

Laghi da Sbarramento per Frana su importanti corsi d'acqua, formatisi nell'800 nel bacino del Tevere

Lakes over important rivers owing to barrier of landslid, in nineteen century in Tiber river

RUISI Manuela(*), BERSANI Pio(**), FERRANTI Carlo(***), VITALE Valentina(****)

RIASSUNTO - Intorno alla metà dell'800 si sono verificate nel bacino del Tevere due imponenti frane che hanno sbarrato il corso del fiume Velino in provincia di Rieti nel 1836 ed il corso dell'alto Tevere in provincia di Arezzo nel 1855.

Sia nelle Alpi che negli Appennini i laghi formatisi per sbarramento da frana sono un fenomeno ricorrente e possono costituire un grave danno sia in termini di vite umane sia in termine di costi da sostenere per il ripristino dei luoghi.

In questa memoria, dopo la ricostruzione storica dei due eventi e del loro meccanismo di frana, si esamina lo stato attuale della classificazione del territorio interessato ai fini del rischio idraulico e del rischio di frana, così come risulta dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della ex Autorità di bacino del fiume Tevere.

PAROLE CHIAVE:Frana, Fiume, Bacino Tevere, Esondazione

ABSTRACT - Around the mid-nineteenth century, two big landslides occurred in the Tiber river basin and dammed the Velino river course in the Province of Rieti in 1836 and the upper course of the Tiber river in the Province of Arezzo in 1855.

As in the Alps as in the Apennines, lakes formed by barrier of landslide are a recurrent phenomenon and can constitute serious damage both in terms of human lives and in terms of costs to be incurred for the restoration of places.

After a historical reconstruction of the two landslides and their

mechanisms, this paper examines the current status of territorial classification in these landslide-stricken areas for the purpose of hydraulic and landslide risk assessment. These analyses are contained in the Hydrogeological Management Plan (Piano di Assetto Idrogeologico, PAI) adopted by the Tiber River Basin Authority.

KEY WORDS: landslide, River, Tiber basin, Flooding

1. - PREMESSE

I laghi da sbarramento per frana su corsi d'acqua si sono formati di frequente nel passato sia nelle valli delle Alpi che degli Appennini. Sono eventi da ritenersi tuttora probabili e avvengono principalmente in conseguenza di due cause: terremoti o eventi piovosi abbondanti e prolungati nel tempo.

Solo per fare alcuni esempi in tempi recenti, alla prima categoria appartiene lo sbarramento per frana del fiume Nera nel comune di Visso in Umbria a seguito di una frana causata dal terremoto di Norcia del 30 ottobre 2016 (Magnitudo pari a 6,5). L'evento

(*) Geologa Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino centrale

(**) Geologo consulente

(***) Ingegnere Dirigente Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino centrale

(****) Ingegnere Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino centrale

franso ha interrotto il corso del fiume Nera determinando l'allagamento con conseguente inagibilità della strada statale Valnerina (SS 209).

Alla seconda categoria invece appartiene lo sbarramento sul fiume Adda in Valtellina nell'alluvione del 28 luglio 1987. Nella Valtellina, a seguito di un violento nubifragio, vi furono frane e colate di fango che provocarono 53 morti, migliaia di sfollati e danni per circa 2 miliardi di euro. In particolare un enorme movimento franoso creò uno sbarramento alto 50 metri che bloccò il normale flusso del fiume Adda verso il comune di Tirano (Sondrio) a sud. Si creò così un bacino naturale che incombeva su tutta la valle sottostante.

L'acqua del nuovo lago veniva drenata attraverso gallerie by-pass appositamente costruite. A fine agosto 1987 le piogge ripresero però con forte intensità e il livello delle acque del lago era nuovamente cresciuto in modo da rendere la situazione nuovamente grave. Fu così decisa dalla Protezione Civile la tracimazione controllata delle acque del fiume Adda. Il 30 agosto 1987 si preparò un nuovo alveo per quel tratto del fiume Adda, scavando una trincea sul fronte della frana e si cominciò a far defluire a valle l'acqua accumulata, al ritmo di 40 metri cubi al secondo.

Prima di procedere alla tracimazione controllata vi era stata l'evacuazione preventiva di tutti i centri abitati nei pressi del corso dell'Adda, da Sondalo a Sondrio, gli abitanti poterono rientrare nelle loro case solo al completo svuotamento del lago, mentre il fiume Adda si adattava al suo nuovo corso.

Nella presente memoria si descrivono due importanti eventi franosi avvenuti il primo nel 1836 sul fiume Velino in località Pendenza nel comune di Cittaducale, in provincia di Rieti, mentre il secondo evento franoso è avvenuto nel 1855 sull'alto corso del Tevere nel comune di Pieve S.Stefano in provincia di Arezzo.

Conseguenza di questi eventi franosi (BERSANI *et alii*, 2008) sono stati, in entrambi i casi, grandi allagamenti (laghi temporanei) dei territori a monte degli sbarramenti, venutisi a formare sui corsi d'acqua.

L'allagamento della Piana di San Vittorino, seppur esteso, ha provocato relativamente pochi danni,

soprattutto alle strutture idrauliche presenti nella Piana, a causa dell'utilizzo prettamente agricolo del territorio, mentre l'evento franoso nell'alto corso del Tevere ha avuto conseguenze ben più gravi, quali la sommersione dell'intero paese di Pieve S. Stefano, lo sgombero e l'allontanamento di tutti i suoi 1700 abitanti per diversi mesi ed infine gli ingenti danni alle costruzioni e i sette morti per annegamento.

Entrambe le frane descritte sono avvenute in periodi molto piovosi, infatti nell'anno 1836 il Tevere a Roma alla stazione di Ripetta (BERSANI & BENCIVENGA, 2001) ha fatto registrare il giorno 5 febbraio una piena con altezza al colmo di 14,20 m, mentre nell'anno 1855 si sono registrate ben due piene: il giorno 17 febbraio (con altezza al colmo 14,79 m) e il giorno 28 marzo (con altezza al colmo 14,90 m). Si tratta di tre piene eccezionali del Tevere a Roma con portate al colmo che hanno abbondantemente superato i 2.000 m³/s.

Poiché le grandi piene che si registrano a Roma sono dovute a perturbazioni della durata di più giorni consecutivi estese sull'intero bacino idrografico del Tevere, queste stesse perturbazioni possono innescare anche grandi movimenti franosi.

2. - LA FRANA "BORRONE SUPERIORE" IN LOCALITÀ "PENDENZA" NEL COMUNE DI CITTADUCALE (RI) DEL 1836

La Piana di San Vittorino è una depressione a circa 400 m s.l.m., risultato di una complessa situazione tettonico-strutturale (CENTAMORE, 2009, NISIO, 2003a, 2003b, 2004 e 2007), in cui sono tuttora presenti sistemi di faglie attive che danno luogo ad una sismicità caratterizzata da una elevata frequenza di eventi di media e bassa energia. Le maggiori faglie presenti hanno direzione appenninica nordovest – sudest; tra queste è ben nota in bibliografia la "Faglia Micciani" che con altre faglie ad essa parallele costituiscono probabilmente (BERSANI *et alii*, 2000) il prolungamento meridionale della "Master fault" della Piana di Rieti.

Nella figura 1 è rappresentata la Piana di San Vittorino nella CTR del Lazio in scala 1:10.000, dove

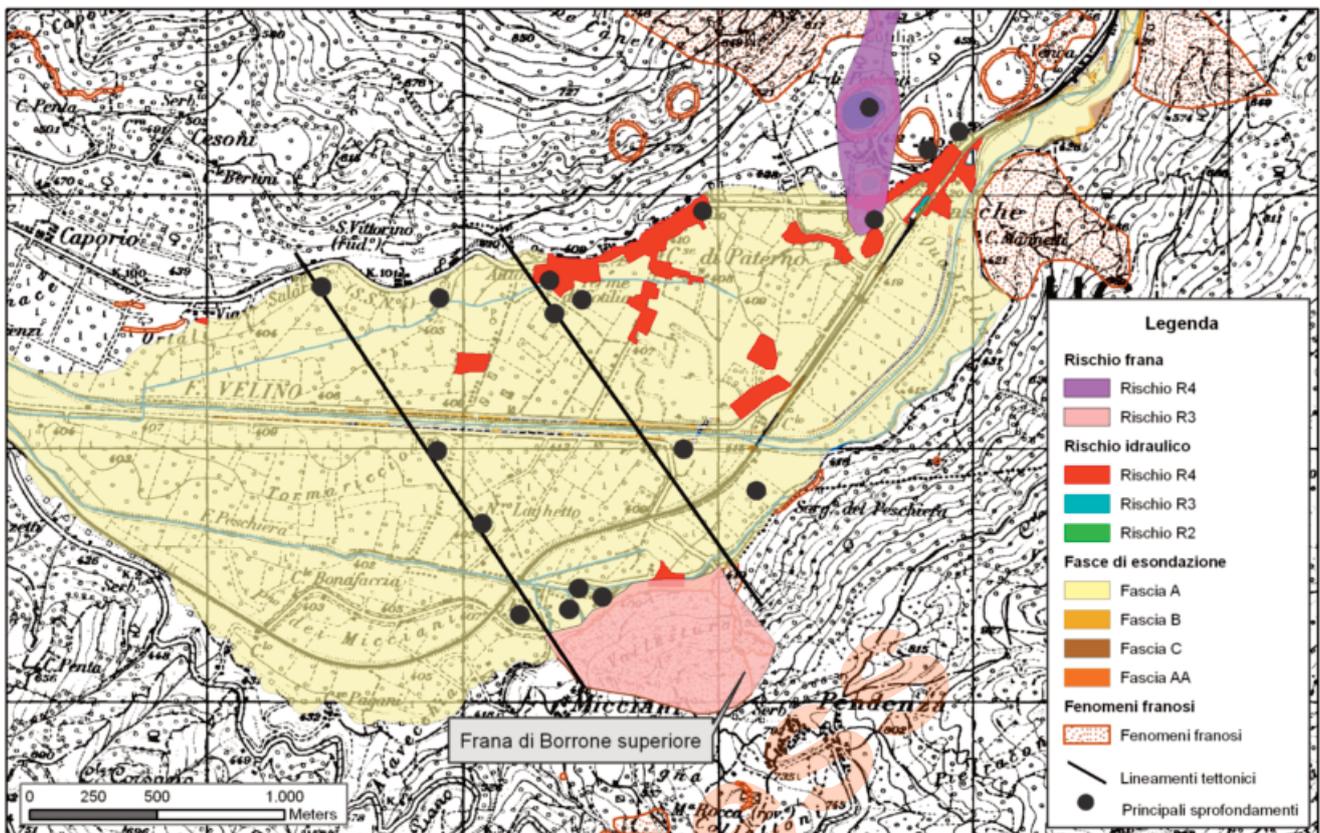


Fig. 1 - Aree a rischio idraulico e rischio frana del PAI nella Piana di San Vittorino (Rieti) con i maggiori lineamenti tettonici e i principali sprofondamenti (*sinkhole*).
 - Hydraulic and landslide risk areas of Hydrogeological Management Plan in the San Vittorino Plan (Rieti) with major tectonic features and main sinkholes.

sono riportate le aree a rischio frana e le aree a rischio idraulico individuate nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dalla ex Autorità di bacino del fiume Tevere.

Nella figura 1 inoltre sono riportati i lineamenti tettonici presenti nella Piana, corrispondenti alla Faglia Micciani e ad un lineamento parallelo, entrambe con direzione appenninica nordovest-sudest. Nella Piana, in particolare lungo tali allineamenti, avvengono improvvisi sprofondamenti del terreno, noti con il nome anglosassone di “sinkhole”, caratterizzati da forma sub-cilindrica, diametro fino a 200 m e profondità fino a circa 15 m (REGIONE LAZIO, 1998; BERSANI & CASTELLANO, 2000; NISIO, 2003).

All'ingresso nella Piana di San Vittorino a valle di Antrodoco, il fiume Velino scorrendo, fino all'inizio del secolo XIX, al piede della montagna, per secoli perennemente disboscata, erodeva il terreno, scavando con la forza della corrente, e procurava periodicamente frane che ostruivano il suo

letto, con le conseguenti spaventose esondazioni (MARINELLI, 1995).

Il problema fu reso ancora più esplicito dal disastro del 1836, quando, per l'erosione del fiume in piena, una frana enorme (vedi Fig. 2) si staccò ad est dell'abitato di Pendenza: fu una frana storica, a cui fu perfino dato un nome, “Borrone Superiore”, nelle piante disegnate per l'occasione. La frana ostruì il corso del Velino che inondò completamente tutta la Piana di San Vittorino. Si vide così la pianura ridotta ad una enorme palude fangosa, dove le acque continuarono a depositare materiale d'ogni sorta, senza alcuna possibilità di controllo. Furono infatti d'un colpo annullate tutte le opere realizzate in tanti anni per la sistemazione dei formoni, dei torrenti, degli argini (MARINELLI, 1995).

La frana di Borrone Superiore del 1836 è avvenuta probabilmente sulla faglia Micciani prima citata (BERSANI & CASTELLANO, 2000) con direzione nordovest – sudest e pendenza sub-verticale (vedi Fig.

1 e Fig. 2), che è impostata sulle formazioni calcaree affioranti nel Monte Nuria a sud della Piana di San Vittorino. Si tratta quindi di una frana di origine complessa, che ha coinvolto per crollo anche una grande massa di detriti formati sul versante a seguito del movimento della faglia stessa nel tempo. Lo stesso sistema di faglie nordovest – sudest all'interno del rilievo del Monte Nuria a sud della Piana di San Vittorino interessa anche le opere di presa delle sorgenti del Peschiera nei rilievi a nord della Piana ed è un sistema di faglie tuttora attivo, come dimostrano, tra l'altro, i forti risentimenti avutisi nell'area in occasione del terremoto dell'Umbria del 1997.

La frana del 1836 si è verificata nella formazione così descritta nel Foglio Geologico 139 "L'Aquila" (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1955): "Calcari detritici in strati e banchi, più o meno subcristallini e calcari marnosi in strati poco spessi con Globorotale, con alternanze di marne rosse ("La Scaglia" del Paleocene). Calcari bianchi detritici con intercalazioni di calcare marnoso-rosato con Globotruncana (Cretaceo superiore, in parte Cenomaniano). Calcari detritici in banchi, con Rudiste quasi sempre in frammenti". Nello stesso Foglio Geologico sono riportate nella formazione descritta e in prossimità della frana del 1836 due faglie anch'esse con direzione nordovest–sudest.

Nella Carta idrogeologica dell'alta e media valle del fiume Velino (BONI *et alii*, 1995) la formazione



Fig. 2 - La pianta dimostrativa del tratto paludoso del Velino (Piana di San Vittorino), da MARINELLI, 1995.

- Demonstrative map of the marshy Velino section (San Vittorino Plan), by MARINELLI, 1995.

in cui è avvenuta la frana del 1836 è invece descritta come: "Successione calcareo e calcareo-dolomitica di piattaforma carbonatica subsidente, priva di significative intercalazioni terrigene, con passaggi a successioni calcaree detritico-organogene, nelle zone di margine (Lias-Cretacico superiore e Miocene superiore). Queste rocce si estendono, con spessori di alcune centinaia di metri ("Calcare massiccio"), costituendo il termine carbonatico basale della serie pelagica sovrastante. Queste rocce carbonatiche, interessate da fasi tettoniche successive, sono caratterizzate da notevole permeabilità e da un processo carsico omogeneamente distribuito, molto diffuso ma raramente spettacolare".

Nel P.A.I. della ex Autorità di bacino del fiume Tevere l'area della frana di Borrone, è riportata con una superficie di circa 26 ettari arrivando sino alle sorgenti del Peschiera ed è stata inserita tra le aree a rischio R3 (Fig. 1); l'area a rischio copre quasi interamente tre distinte aree adiacenti, individuate nell'Inventario dei fenomeni franosi, e classificate rispettivamente come area interessata da deformazioni gravitative profonde (la più ampia, di circa 26 ha), come falda e/o cono di detrito la seconda (1,3 ha), come un'area a calanchi la terza (1,3 ha). È probabile inoltre che il versante franato nel 1836 si estendesse anche più ad est rispetto alla zona perimetrata nel PAI, essendo la frana di "Borrone superiore" ubicata nelle cronache del tempo (vedi ancora Fig. 2) ad est dell'abitato di Pendenza.

Infine nella parte orientale della Piana vi è una zona di territorio classificata a massimo rischio di frana R4, all'interno della quale ricadono il Pozzo Secco, il lago di Paterno, il Pozzo di Mezzo e il Pozzo di Burino (Fig. 1).

Per quanto riguarda il rischio idraulico, l'intera Piana di San Vittorino è perimetrata nel P.A.I. come fascia A (cioè a massima pericolosità idraulica, rappresentando tale fascia il limite delle aree di esondazione diretta delle piene aventi tempo di ritorno pari a 50 anni); all'interno della fascia A, in una zona contigua all'area a rischio relativa alla frana di Borrone, ricade un'area a massimo rischio idraulico R4 che comprende l'impianto di sollevamento dell'ACEA, nel comune di Castel Sant'Angelo. Nella parte orien-

tale della Piana, in corrispondenza delle località abitate di Vasche e Terme di Cotilia, sempre in comune di Castel Sant'Angelo, ricadono inoltre diverse aree a rischio idraulico R4 e R3 (Fig. 1).

Per porre rimedio agli allagamenti della Piana di San Vittorino nel 1839 fu data attuazione al progetto di canalizzazione del fiume Velino, prospettato per la prima volta durante il periodo napoleonico, dal Genio Militare dell'Esercito e dal colonnello Ventimiglia.

Il Velino fu così allontanato dal piede della montagna e condotto ad attraversare la Piana entro un alveo artificiale rettilineo. Contemporaneamente fu necessario scavare un secondo alveo artificiale, anch'esso rettilineo, per incanalare le acque delle sorgenti del Peschiera che con circa 19 m³/s andarono a costituire un nuovo fiume detto Lagno della Peschiera; fu scavato anche un altro alveo artificiale, il Lagnuolo, col fine di convogliare nel Velino tutte le acque sorgive più o meno mineralizzate del margine nord della Piana, ossia quelle di S. Maria di Cesoni e San Vittorino, che animavano principalmente il Rio Tesello.

Anche questi lavori furono gravemente e ripetutamente danneggiati dalle piene, in particolare da quella del settembre 1862, che fece nuovamente cambiare vistosamente il corso al fiume in più punti. L'onda di piena raggiunse un'altezza di parecchi metri nelle gole del Velino, arrecando danni enormi all'abitato di Antrodoco e alle colture agricole di Borgovelino, dove distrusse anche il mulino comunale. L'inondazione danneggiò persino l'antichissimo ponte di Santa Margherita al margine orientale della Piana di San Vittorino. Purtroppo anche la canalizzazione del Velino del 1839 risultò insufficiente ad eliminare il dramma ricorrente delle inondazioni, infatti (vedi Fig. 2) il fiume in piena rompeva sistematicamente l'argine al centro del nuovo alveo rettilineo a causa dell'eccessiva velocità che il rettifilo gli consentiva. Inoltre la corrente non riusciva a scavare il nuovo letto, che invece tendeva sempre a colmare. In una relazione del 1876 di Domenico Monterumici – Saggio statistico, topografico ed agricolo sul circondario di Cittaducale - si ricordava come la Piana con i suoi 650 ettari di ottimo terreno coltivabile

fosse soggetta a periodiche devastanti inondazioni, che ne impedivano un pieno sfruttamento.

I lavori più importanti di sistemazione e rafforzamento degli argini furono eseguiti dal Genio Civile dell'Aquila nel 1891 in concomitanza con la sistemazione della strada L'Aquila-Rieti, inizialmente detta Regia, poi Nazionale e infine provinciale Sabina. Alla fine dell'800 fu costruita la ferrovia Terni-L'Aquila-Sulmona che attraversa la Piana con percorso circa parallelo all'alveo abbandonato del Velino. Nel 1918 il Genio Civile dell'Aquila effettuò altri lavori di sistemazione a seguito di nuove inondazioni. La Piana di San Vittorino ha trovato il suo assetto definitivo solo dopo i lavori avviati nel 1937 per la captazione delle acque delle sorgenti del Peschiera, a seguito della realizzazione del grande Acquedotto Imperiale, progettato per provvedere alle necessità idriche della Capitale.

Infatti, grazie alla riduzione della portata del Peschiera per la grande quantità d'acqua diretta verso Roma (attualmente circa 10 m³/s) ed alle opere di contenimento del Velino a monte della Piana, tra Antrodoco e Posta, realizzate in quegli stessi anni da parte della Società Terni, tra cui la diga sul torrente Ratto, si è riusciti ad ottenere il risultato sostanziale di controllo della situazione idrologica nella Piana.

3. - LA FRANA DI BELMONTE NEL COMUNE DI PIEVE S. STEFANO (AR) DEL 15 FEBBRAIO 1855

La frana di Belmonte nel comune di Pieve S. Stefano (AR) è avvenuta in un anno (1855) molto piovoso successivo, invece, ad un anno siccitoso, come risulta dalle osservazioni pluviometriche delle stazioni di Siena, Perugia e Firenze (CENCETTI & VIGLIONE, 1996). In particolare nella stazione pluviometrica di Siena, dove la piovosità media annua è di circa 930 mm, nel solo mese di febbraio 1855 furono registrati ben 206 mm di pioggia distribuiti in 23 giorni. Nello stesso giorno in cui si è verificata la frana di Belmonte (COLLACCHIONI, 1856) si sono registrati altri estesi fenomeni franosi sia in Val Tiberina (Casaccia e Palazzuolo nella

Parrocchia di Cercetole e nella Parrocchia di Gargnano), sia nei vicini bacini del fiume Arno e del fiume Savio impostati su terreni litologicamente simili a quelli presenti a Pieve S.Stefano.

L'analisi delle foto aeree attuali permette ancora oggi di individuare molto chiaramente la frana di Belmonte e consente di vedere come lo stesso versante in cui è avvenuta questa frana nel 1855 sia stato sede anche di successivi importanti fenomeni franosi che però (ROMAGNOLI, 1968) non sono giunti fino ad interessare l'alveo del Tevere. La frana è ben riconoscibile anche attualmente in campagna avendo conservato in maniera evidente la sua nicchia di distacco e l'accumulo al piede.

La frana di Belmonte (COLLACCHIONI, 1856) ebbe

inizio la notte tra il 14 ed il 15 febbraio 1855 e durò per 3 giorni fino al 17 febbraio. Il movimento franoso iniziò lentamente con velocità quasi costante arrivando ad ostruire completamente l'alveo del Tevere nelle prime ore del giorno 16 febbraio; quel giorno stesso furono chiamati 100 operai per aprire un varco nello sbarramento, ma la sera stessa un nuovo volume di frana raggiunse l'alveo del Tevere con la formazione di due diversi sbarramenti separati da un piccolo specchio d'acqua e, prima della mezzanotte, il paese di Pieve S.Stefano, ubicato circa un chilometro a monte, risultava completamente allagato. Il movimento franoso si esaurì definitivamente la notte del 17 febbraio.

Nei documenti cartografici dell'epoca (COLLAC-

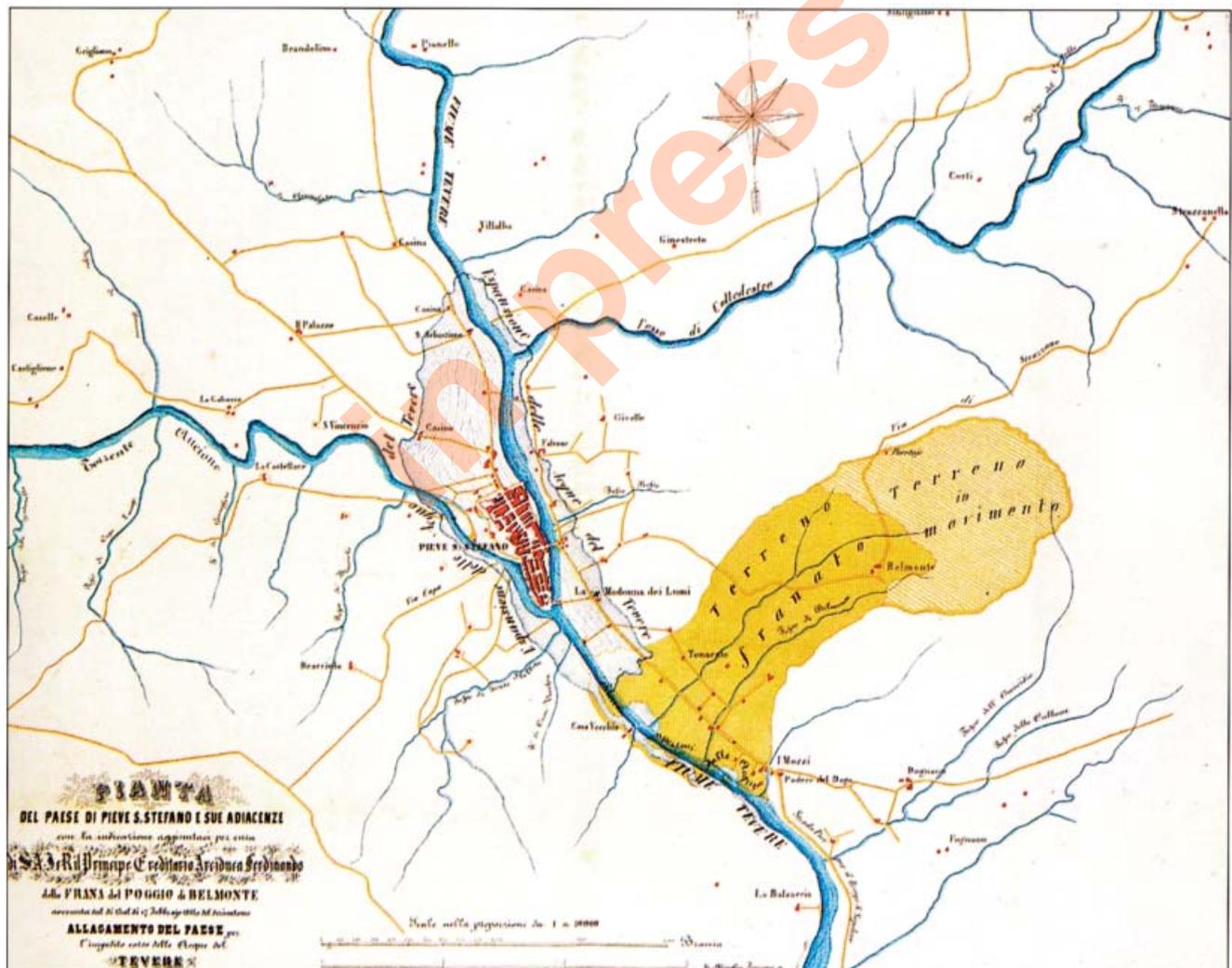


Fig. 3 - Planimetria della frana di Belmonte realizzata all'epoca degli avvenimenti dal Granducato di Toscana (COLLACCHIONI, 1856).

- Belmonte landslide planimetry produced during the Granducato di Toscana events (COLLACCHIONI, 1856).

CHIONI, 1856 in Fig. 3) sono riportate le dimensioni della frana in “braccia”, da cui si ricava: circa 1.300 m di lunghezza lungo il versante e 700 m di larghezza lungo l'alveo del Tevere. Il corpo di frana raggiunse un'altezza (ROMAGNOLI, 1968) di circa 25 m sull'alveo del Tevere (anche se COLLACCHIONI, 1856 riporta un'altezza inferiore pari a soli 13 m), mentre l'area allagata a monte della frana si estendeva per circa 1350 m di lunghezza con una larghezza massima di circa 450 m.

La frana, iniziata da una quota di circa 750 m s.l.m., giunse fino alla quota di circa 420 m nell'alveo del Tevere con un forte dislivello quindi, pari a oltre 300 m.

Nella piazza di Pieve S. Stefano l'acqua raggiunse un'altezza di circa 11 m. Nella notte tra il 18 ed il 19 febbraio le acque superarono lo sbarramento imposto dal materiale di frana per poi calare nei giorni successivi.

Il volume d'acqua determinato dallo sbarramento è stato stimato approssimativamente di poco superiore a 3 milioni di metri cubi (CENCETTI & VIGLIONE, 1996); il volume di materiale franato intorno ai 4 milioni di metri cubi (ROMAGNOLI, 1968). Il paese di Pieve S. Stefano rimase allagato per circa 2 mesi (CENCETTI & VIGLIONE, 1996), diversamente per oltre 6 mesi secondo ALMAGIÀ (1910). Le acque furono fatte defluire a valle scavando a mano con i picconi una trincea profonda circa 25 m e con l'ausilio di mine nei tratti maggiormente rocciosi.

Nel paese di Pieve S. Stefano vi furono soltanto 7 morti, sia perché la frana scese lentamente dal versante dove incontrò e distrusse poche case, sia perché l'acqua risalì lentamente dando tempo agli abitanti di scappare sui monti. Vi furono però 1.700 senzatetto, in pratica tutta la popolazione di Pieve, e andarono distrutte importanti opere d'arte di Piero della Francesca, del Ghirlandaio e di Luca Signorelli.

Dal punto di vista morfologico le conseguenze più importanti, oltre alla rimodellazione del versante franato, furono lo spostamento della confluenza del fosso di Belmonte nel Tevere di circa 230 m a valle e un sovralluvionamento che ha interessato il paese di Pieve S. Stefano, anche se non corrisponde a verità quanto riportato nelle antiche cronache secondo cui

“gli abitanti dovettero ridurre a sotterraneo il piano terreno”, in quanto il livello stradale attuale corrisponde a quello del paese antico (ROMAGNOLI, 1968). Inoltre nell'area della frana l'alveo del Tevere a valle di Pieve S. Stefano era costituito da una piana alluvionale terrazzata larga oltre 300 m (CATASTO LORENESE, 1826), mentre attualmente scorre incassato nella trincea, scavata a seguito della frana, con pareti molto acclivi alte 15-20 m, con conseguente forte riduzione della larghezza dell'alveo originario.

Per ridurre l'approfondimento dell'alveo del Tevere nell'area della frana, che avrebbe potuto provocare fenomeni di erosione nelle pareti spondali con conseguente innesco di nuovi fenomeni franosi, nel 1968 fu realizzata un'imponente briglia in cemento armato, ubicata circa a metà dell'antico corpo di frana nell'alveo del fiume.

In figura 3 è riportata la planimetria della frana di Belmonte realizzata all'epoca degli avvenimenti e inviata all'Arciduca di Toscana dal Capitano Giovanni Battista Collacchioni (1856).

Nell'Archivio Alinari è presente la foto (vedi Fig. 4) del paese di Pieve S. Stefano sommerso dalle acque del Tevere probabilmente nel marzo 1855, essendo già stato realizzato un canale di scolo delle acque. Alla data della foto il livello dell'acqua doveva già essere sceso di circa 5 metri. Infatti nella facciata esterna (vedi Fig. 5) della chiesa “Madonna dei Lumi”, ubicata ad una distanza di circa 50 m dalla riva sinistra del Tevere, vi è una lapide che riporta il



Fig. 4 - Pieve Santo Stefano (AR) dopo l'alluvione del febbraio 1855 - Archivio Alinari di Firenze.

- Pieve Santo Stefano (AR) after the flood of February 1855 - Alinari Archive of Firenze.

massimo livello raggiunto dalle acque di esondazione. Si tratta della stessa chiesa che compare sulla destra nella foto dell'Archivio Alinari prima citata. Dal confronto tra la foto del 1855 e le lapidi sulla chiesa (vedi Fig. 5) si ricava appunto che l'altezza massima delle acque debba aver raggiunto un livello circa 5 m maggiore rispetto al livello dell'acqua nella foto della figura 4.

Dalla fotografia fu poi realizzata una stampa (vedi Fig. 6) dall'artista francese A. Piovargue, che rispecchia fedelmente la foto originale, tranne per il fatto che furono aggiunti, in primo piano, degli operai al lavoro per realizzare la trincea per lo scolo delle acque.

Per quanto riguarda la formazione geologica interessata dalla frana, nell'area in questione è presente la formazione descritta nel Foglio geologico 115 "Città di Castello" con il nome di "ALBARESE", costituita da "Calcari e calcari marnosi, marne in



Fig. 5 - La chiesa di Madonna dei Lumi a Pieve Santo Stefano (AR) con la lapide dell'inondazione del febbraio 1855.

- Madonna dei Lumi church in Pieve Santo Stefano (AR) with beadstone of the 1855 flood.

strati e banchi alternati con argille ed arenarie; brecchie ofiolitiche e lenti di piccoli olistostromi formati da pezzame di ofioliti e frammenti rotolati di Albarese con microfaune eoceniche". Età Eocene superiore (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1960). Tale formazione è nota anche con il nome di Formazione di Monte Morello e fa parte dell' "Unità Liguride alloctona della Calvana". Tali formazioni alloctone (BORTOLOTTI *et alii*, 1994) sono state coinvolte dalla tettonica compressiva che ha interessato l'Appennino centro-settentrionale e gli effetti risultano evidenti dalla presenza di pieghe rovesciate e fronti di sovrascorrimento; le stesse pieghe sono state in seguito dislocate da faglie dirette legate alla successiva fase distensiva.

Per quanto concerne il meccanismo di frana ROMAGNOLI (1968) e CENCETTI & VIGLIONE (1996) concordano perfettamente sulle sue modalità.

Si tratta di una frana per scivolamento o slittamento in cui grossi strati di calcari biancastri litoidi più o meno marnosi della formazione dell'Albarese sono "scivolati" in corrispondenza di uno strato argilloso di spessore probabile di circa un metro, che risultava intercalato agli strati calcarei descritti.

Il versante franato (CENCETTI & VIGLIONE, 1996) presenta infatti strati calcareo-marnosi con disposizione a franapoggio con angolo di inclinazione minore dell'angolo del pendio; l'incisione prodotta dai numerosi fossi di ruscellamento concentrato, presenti all'interno del corpo di frana, evidenzia la presenza di un substrato marnoso-argilloso, con inclinazione parallela al pendio, fortemente disgregato e tettonizzato. Inoltre l'attività neotettonica nell'area, conseguente al generale sollevamento dell'Appennino nel Quaternario, ha creato situazioni predisponenti all'innescio di fenomeni gravitativi controllando anche probabilmente il movimento nella frana in questione lungo ben precise zone di distacco, coincidenti con faglie o fratture.

Tra i fattori scatenanti l'evento franoso, oltre alle abbondanti precipitazioni, vi sono stati anche nei giorni immediatamente precedenti (COLLACCHIONI, 1856) eventi simili definiti "non lievi".

Nel P.A.I. dell'Autorità di bacino del fiume Te-

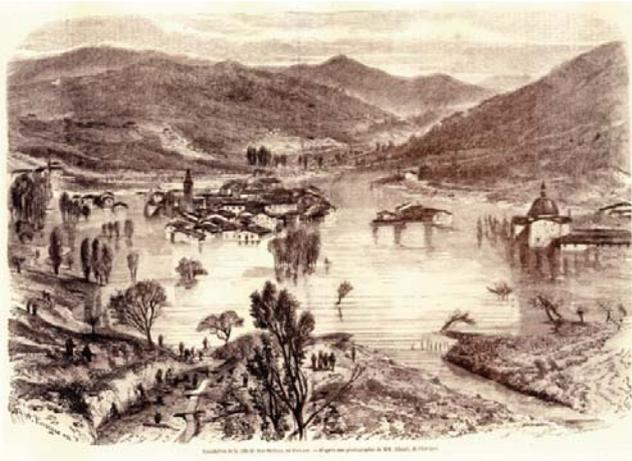


Fig. 6 - Stampa dall'artista francese A. Piovargue, tratta dalla foto dell'Archivio Alinari del 1855.

- Print of french artist A. Piovargue, extract from Alinari Archive of 1855.

vere, l'area della frana è compresa nella Carta "Inventario dei fenomeni franosi" (Fig. 7), nella quale sono riportati sinteticamente i dati inerenti alle frane (perimetrazione, tipologia e stato di attività) di cui si ha evidenza geomorfologica, ricavata dalla interpretazione di foto aeree e da rilevamenti sul terreno, o da informazioni altrimenti documentate (segnalazioni, cataloghi, etc.). La Carta inventario è il documento di base per l'analisi della pericolosità e del rischio di frana.

L'area della frana di Belmonte, di estensione di circa 38 ettari, è evidenziata nell'inventario come frana complessa inattiva; internamente all'area perimetrata ci sono oggi alcune costruzioni e, nell'accumulo di frana, capannoni industriali come si vede nella figura 7. L'area franata è costituita principalmente da blocchi litoidi di calcari marnosi, per cui è sostanzialmente stabile come mostrano le costruzioni costruitevi sopra, alcune ormai da decenni; l'accumulo di frana è così stabile da tenere angoli di pendio molto elevati lungo il fiume. Alla stabilità del versante franato contribuisce l'essersi formate, dopo l'evento di frana, delle sorgenti lungo il fiume che non esistevano prima della frana del 1855, che drenano l'acqua di circolazione alle quote superiori.

A proposito di tale frana vale la pena ricordare che, come attesta il Dr Romano Ricci Geologo in pensione della Regione Toscana, nel 2018 ci sono stati nuovi fenomeni franosi, sia pur molto piccoli,

nell'area di distacco della frana.

L'abitato di Pieve S. Stefano, che si trova alla confluenza tra il Tevere e il torrente Ancione in una posizione idraulicamente delicata, fu inondato già nella grande piena del settembre 1557 (FROSINI, 1977), quando il Tevere "portò via la Pieve S. Stefano a Castello". Molto più recentemente, nell'ottobre 1997, il Tevere a Pieve S. Stefano è uscito nuovamente dagli argini allagando il centro abitato; in seguito a tale avvenimento fu ripulito l'alveo del fiume a valle, la cui ostruzione aveva causato l'anomalo innalzamento sopra menzionato.

Nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico il centro abitato di Pieve S. Stefano è considerato area a massimo rischio idraulico R4 (vedi Fig. 7); per la salvaguardia di questa area sono previsti nel PAI interventi consistenti nella manutenzione straordinaria ed adeguamento delle opere esistenti, realizzazione di soglie di fondo e di protezioni spondali per evitare erosioni.

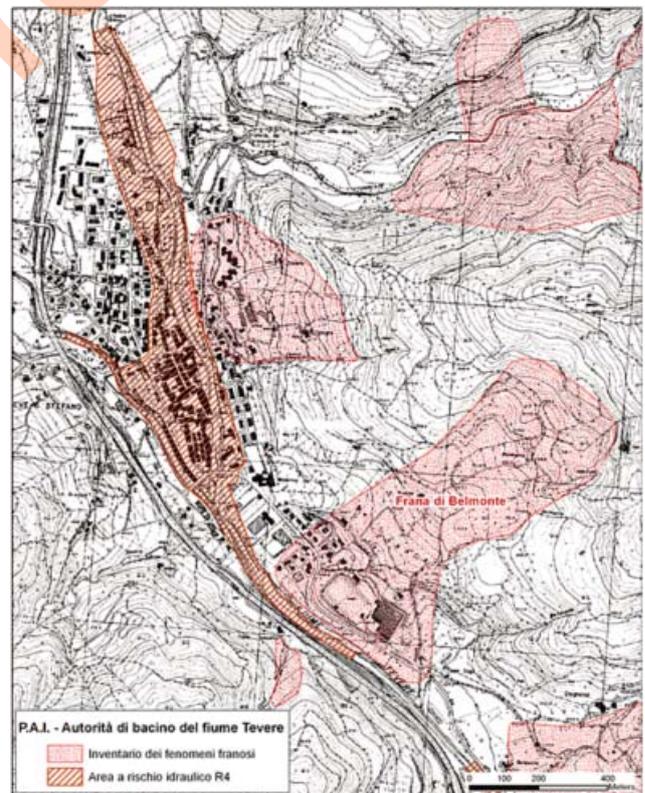


Fig. 7 - Aree a rischio idraulico e rischio frana del PAI in cui si vedono le nuove costruzioni nell'area della frana di Belmonte.

- Hydraulic and landslide risk areas of Hydrogeological Management Plan (PAI) where are shown the new buildings in the Belmonte landslide area.

4. - CONCLUSIONI

La ricostruzione storica degli eventi e l'analisi dei fenomeni franosi naturali che li hanno generati consigliano di tenere sotto osservazione le due aree delle frane descritte, anche con l'effettuazione di opportuni interventi di protezione e prevenzione, affinché non si ripetano in futuro nuovi eventi disastrosi. Un nuovo evento franoso nella Piana di San Vittorino non avrebbe effetti sul corso del Velino, scorrendo questo ultimo ormai su un nuovo alveo pensile al centro della Piana stessa, ma potrebbe danneggiare le infrastrutture dell'acquedotto del Peschiera. Il versante in questione è attualmente tenuto sotto controllo dall'ACEA, nell'ambito delle opere di manutenzione dell'acquedotto del Peschiera.

Al contrario un nuovo evento franoso nel corso del Tevere a valle di Pieve S.Stefano teoricamente potrebbe avere conseguenze simili a quelle del 1855.

BIBLIOGRAFIA

- ALMAGIÀ P. (1910) - "Studi geografici sulle frane in Italia". Memorie Società Geografica Italiana. XIV, II, pp.218.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE (2006) - "Piano di Assetto Idrogeologico". Roma.
- BERSANI P. & BENCIVENGA M. (2001) - "Le piene del Tevere a Roma dal V secolo a.C. all'anno 2000". Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.
- BERSANI P. & CASTELLANO F. (2000) - "I sinkhole della Piana di San Vittorino (RI) e il rischio idraulico connesso". Atti del Convegno internazionale: "Le voragini catastrofiche, un nuovo problema per la Toscana" Grosseto 31 marzo 2000.
- BERSANI P., BIAGI P.F., FERRANTI C. & PIOTTI A. (2000) - "Gli sprofondamenti della Piana di San Vittorino (RI)". L'Acqua n.1.
- BERSANI P., FERRANTI C., RUISI M. & VITALE V. (2008) - "Due grandi frane avvenute nell'800 nel bacino del Tevere che hanno modificato importanti corsi d'acqua". Rivista L'Acqua n. 3. Roma.
- BONI C., CAPELLI G. & PETITTA M. (1995) - "Carta idrogeologica dell'alta e media valle del fiume Velino". Univ. La Sapienza Roma - Univ. Roma Tre - Comunità montana del Velino VI zona Posta-Rieti.
- BORTOLOTTI V., BRUNI P., CONTI S., SANI F. & AMOROSI A. (1994) - "L'Unità Cervarola-Falterona, la Successione Marchigiano-romagnola e i terreni liguri ed epiliguri della coltre della Val Parecchia". In Guide Geologiche Regionali a cura della S.G.I.n.4 Appennino Tosco-Emiliano - Itinerario n.12 da Valdarno a San Marino. BE-MA Editrice.
- BRIZZI B. & LAURENZI G. (2000) - "Valtiberina, le memorie sommerse". Editore Colombo. Roma.
- CATASTO LORENESE (1826) - "Carte della comunità di Pieve S.Stefano". Archivio di Stato Arezzo.
- CENCETTI C. & VIGLIONE F. (1996) - "La frana di Pieve S.Stefano e l'occlusione del fiume Tevere nel 1855". IV Convegno dei giovani ricercatori di Geologia Applicata.
- CENTAMORE E., NISIO S. & ROSSI D. (2009) - "The San Vittorino Sinkhole Plain: relationships between bedrock structure, sinking processes, seismic events and hydrothermal springs. Boll. Soc. Geol. It.), 128, No. 3 (2009), pp. 629-639,
- COLLACCHIONI G.B. (1856) - "Relazione sopra la Pieve S.Stefano, inondata dal Tevere il 16 febbraio 1855" Firenze, con allegata la "Pianta del paese di Pieve S.Stefano e sue adiacenze con l'indicazione aggiuntiva per cura di S.A.I. e R. il Principe Ereditario Arciduca Ferdinando, della frana del poggio di Belmonte avvenuta dal di 15 al di 17 febbraio 1855 e del derivatone allagamento del paese per l'impedito corso delle acque del Tevere" Arezzo, Archivio di Stato.
- FROSINI P. (1977) - "Il Tevere le inondazioni di Roma e i provvedimenti presi dal governo italiano per evitarle. Accademia Nazionale dei Lincei. Roma.
- MARINELLI R. (1995) - "Le terre contese" Comune di Borgovelino. Gruppo Tipografico Editoriale. L'Aquila.
- NISIO S. (2003) - "I fenomeni di sprofondamento: stato delle conoscenze ed alcuni esempi in Italia centrale". Il Quaternario n. 16 (1).
- NISIO S. & ROSSI D. (2003) - "Relazioni tra carsismo e tettonica nell'area compresa tra la conca aquilana e la Valle del Velino (Italia Centrale). FIST Geoitalia 2003, Abstracts, 376-378.
- NISIO S., GRACIOTTI R. & VITA L. (2004) - "I fenomeni di sinkhole in Italia: terminologia, meccanismi genetici e problematiche aperte. Atti Conv. Stato dell'Arte sullo Studio dei Fenomeni di Sinkholes e Ruolo delle Amministrazioni Statali e Locali nel Governo del Territorio, Roma 20-21 maggio 2004, 557-572.
- NISIO S. & CARAMANNA G. & CIOTOLI G. (2007) - "Sinkholes hazard in Italy: first results on the inventory and analysis of some case studies. Bull. of Geological Society, London, Special Publications Natural and Anthropogenic Hazards in Karst: Recognition, Analysis and Mitigation Geological Society London, Special Publication, 279, 23-45.
- PESENDORFER F. (1987) - "Il Governo di famiglia in Toscana". Ediz. Sansoni Firenze.
- LUPINO R. (1964) - "Frane, lame e subsidenze più diffuse nel Lazio". Giornale del Genio Civile fasc.9.
- REGIONE LAZIO - ACEA (1998) - "La Piana di San Vittorino: contributo allo studio dei processi evolutivi, dei rischi e della prevenzione".
- ROMAGNOLI L. (1968) - "Su di una vecchia frana nell'alta valle del Tevere". Rivista Geografica Italiana. Anno LXXV, Fasc.IV Firenze.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1955) - "Foglio geologico 139 L'Aquila" in scala 1:100.000.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1960) - "Fogli geologici 108 Mercato Saraceno e 115 Città di Castello".
- SOMMERVILLE (1900) - "Geografia Fisica" vol.II Ed. Firenze, pp.309.