

GIACOMO D'AMATO AVANZI,  
ROBERTO GIANNECCHINI

## EVENTI ALLUVIONALI E FENOMENI FRANOSI NELLE ALPI APUANE (TOSCANA)

### PRIMI RISULTATI DI UN'INDAGINE RETROSPETTIVA NEL BACINO DEL FIUME VERSILIA\*

1. INTRODUZIONE. — Il 19 giugno 1996 una catastrofe idrogeologica, nota come "Alluvione della Versilia" ha investito i bacini del Fiume Versilia e della Turrîte di Gallicano, nelle Alpi Apuane meridionali (Toscana). Valori di pioggia elevatissimi (quasi 500 mm in 12 ore, con intensità massima di ca. 158 mm/h), tra i massimi conosciuti nella zona e in Italia, hanno prodotto effetti devastanti: centinaia di frane e colate detritiche, insieme a onde di piena, hanno sconvolto paesi e strade, causando 14 vittime, mentre il F. Versilia ha inondato una vasta area residenziale e industriale. L'evento ha provocato danni per centinaia di milioni di euro, mettendo in particolare evidenza lo stato di grave rischio del territorio (fig. 1).

Numerose ricerche hanno studiato l'evento e i suoi effetti, individuando e quantificando i fattori geologici, morfologici e climatici più importanti nella valutazione spazio-temporale del rischio (Castelli et al., 1996; Preti et al., 1996; Amorfini et al., 1997; Canuti et al., 1997; Rapetti e Rapetti, 1997; Caredio et al., 1998; ANPA-ARPAT, 1998; D'Amato Avanzi, 1999; Annunziati et al., 1999; Menduni et al., 1999; D'Amato Avanzi et al., 2000; Martello et al., 2000; Codebò et al., 2000).

Nelle valutazioni di rischio, anche l'analisi storica può dare contributi importanti per conoscere meglio gli eventi del passato,

---

\*Pubbl. CNR-GNDICI n. 2606



Fig. 1 - Danni provocati dall'evento alluvionale del 19 giugno 1996 all'abitato di Cardoso (Alta Versilia).

sia come collocazione spazio-temporale, sia come ripetitività, intensità e danni, consentendo di trarne ulteriori elementi utili per il futuro (Tropeano, 1989; CNR-GNDICI, 1998); infatti, tra le fonti storiche si possono trovare informazioni preziose, talora uniche, ricordando che, sovente, anche i fenomeni più intensi (tipo "Alluvione della Versilia", 1996), pur causando ingenti danni, producono effetti sostanzialmente superficiali, le cui cicatrici possono obliterarsi in pochi anni, spesso senza lasciare tracce sul territorio. Le aree disestate dalle frane vengono in breve tempo nuovamente colonizzate dalla vegetazione, mentre l'assetto idraulico delle aste torrentizie viene rapidamente ripristinato, specialmente nelle zone abitate.

In queste note, sono illustrati i risultati principali di una ricerca storico-archivistica, volta a raccogliere notizie sugli eventi alluvionali e franosi verificatisi negli ultimi secoli nell'area del bacino del F. Versilia. Fra gli scopi principali, vi è quello di fornire un contributo alla valutazione della pericolosità geologica di questi territori, nonché di raccogliere dati utili alla creazione di un catalogo specifico per l'area apuana.

La ricerca ha permesso di raccogliere notizie assai numerose, che possono consistere soltanto in semplici descrizioni dei danni, soprattutto per eventi remoti; più recentemente, la disponibilità di parametri oggettivi (altezza delle precipitazioni, livelli idrometrici) consente di descrivere e quantificare l'intensità degli eventi con maggior precisione, anche se non sempre i dati sono sufficienti per trattamenti statistici rigorosi. Si è ritenuto comunque utile divulgare quanto finora raccolto, in continuo aggiornamento.

2. CARATTERI GENERALI DEL BACINO DEL FIUME VERSILIA. — Fra i bacini costieri apuani, quello del Fiume Versilia (fig. 2) è il più vasto (ca. 116 km<sup>2</sup>), comprendendo anche quelli dei torrenti Montignoso, Strettoia e Bonazzera, anticamente immissari dell'ex Lago di Porta e divenuti poi tributari del Versilia per interventi antropici; in questo studio vengono quindi considerati, oltre al bacino del F. Versilia, i bacini dei torrenti Montignoso, Bonazzera, Strettoia e Baccaioio, oggi adiacente al Versilia e verosimilmente suo antico immissario.

Il F. Versilia si origina a Seravezza, dalla confluenza dei torrenti Serra e Vezza. Il primo nasce dalle pendici del M. Altissimo ed il suo bacino si estende per 16 km<sup>2</sup>. Il Vezza si origina a Pontestazzemese dalla confluenza del T. del Cardoso con il Canale delle Mulina e drena una superficie di 58 km<sup>2</sup>. Circa un chilometro a valle di Seravezza, il Versilia sbocca nella piana versiliese e si dirige a sud verso Pietrasanta, per circa 2 km, volgendo poi bruscamente a WNW nella zona di S. Bartolomeo; dopo circa 3 km riceve le acque dei torrenti Bonazzera (con un bacino di 3,1 km<sup>2</sup>) e Strettoia (che drena un bacino di 6 km<sup>2</sup>). Successivamente, il fiume lambisce la zona umida dell'ex Lago di Porta, ricevendo poi le acque del T. Montignoso (con un bacino di 7,2 km<sup>2</sup>) e sfociando in mare presso il Cinquale.

In circa 10 km, le quote del bacino del F. Versilia scendono da quasi 2000 m (Pania della Croce) al livello della piana costiera, con un tempo di corrivazione piuttosto ridotto (3,06 ore a Ponterosso; Caredio et al., 1998); possono così formarsi repentine e temibili onde di piena, che si propagano lungo l'asta principale, la cui lunghezza, dalle sorgenti (800 m s.l.m.) alla foce, è di circa 22 km.

Geologicamente, il bacino del Versilia rientra nella parte meridionale della finestra tettonica apuana, dove affiorano le unità del

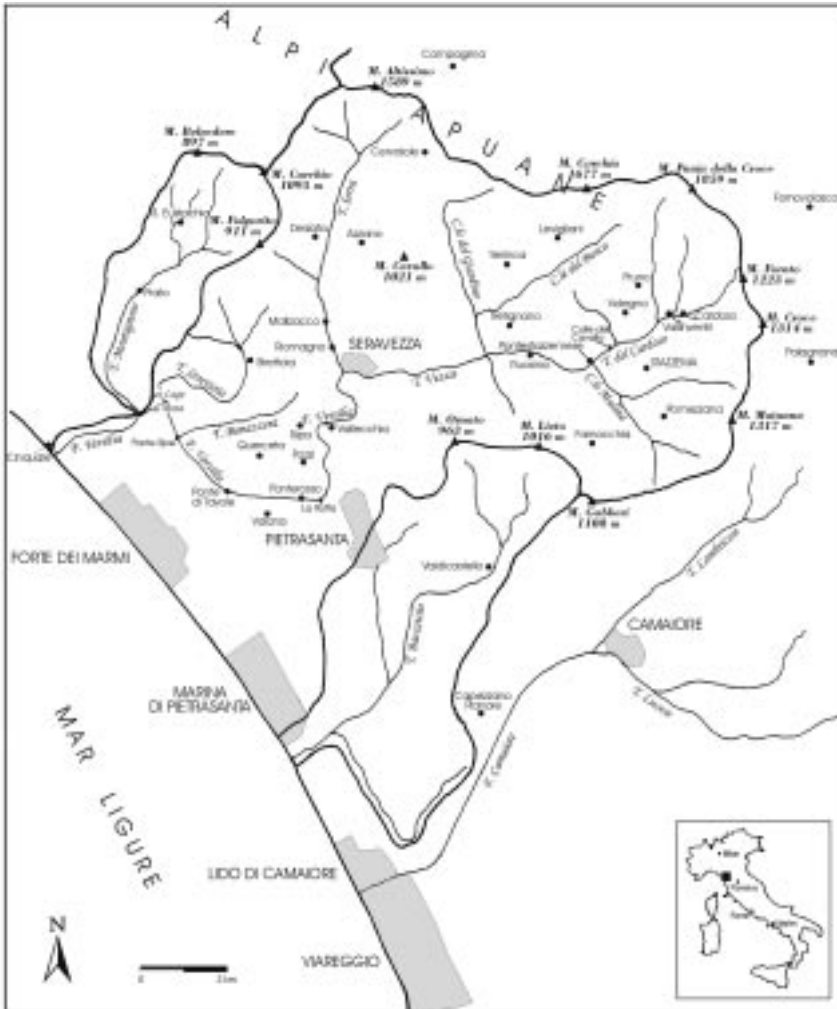


Fig. 2 - Ubicazione dell'area oggetto di studio.

Complesso Metamorfico Apuano (Autoctono *Auctt.*, Unità di Massa) e la Falda Toscana, sinteticamente descritte di seguito (Carmignani et al., 2000):

- Autoctono *Auctt.* (Paleozoico - Oligocene sup.): costituisce il nucleo centrale del massiccio apuano e affiora diffusamente nella parte montana del bacino (T. Cardoso, Vezza, Giardino e Serra), dov'è rappresentato da un basamento paleozoico essenzialmente

filladico e quarzítico (Filladi inferiori), sormontato da una copertura metamorfica in prevalenza carbonatica, comprendente Grezzoni (calcari dolomitici e dolomie), Marmi, Calcari selciferi e Diaspri, Scisti sericitici varicolori, Pseudomacigno (metarenarie quarzoso-feldspatiche e filladi);

- Unità di Massa (Paleozoico - Trias): affiora lungo il margine occidentale della catena apuana ed è costituita anch'essa da un basamento paleozoico, analogo a quello dell'Autoctono *Auctt.*, e da una copertura prevalentemente filladica e detritico-filladica;

- Falda Toscana (Trias - Miocene inf.): affiora soltanto ai margini sud-orientali del bacino, dov'è rappresentata essenzialmente dal Calcere cavernoso (e brecce poligeniche), dai Calcari a *Rhaeticula contorta* e dal Calcere massiccio.

Gran parte del bacino del F. Versilia è impostato in rocce impermeabili o scarsamente permeabili (filladi, metarenarie), favorendo così ulteriormente, in occasione di piogge intense, il ruscellamento e la formazione di onde di piena.

La morfologia nella zona superiore è tipica di un bacino montano, delimitato da vette prossime ai 2000 m e contrafforti carbonatici con pareti verticali o subverticali. Anche i versanti modellati in rocce arenacee e filladiche, pur meno acclivi, hanno pendenze elevate, sovente più pronunciate nella parte inferiore dei versanti, presumibilmente per effetto della riattivazione dell'erosione fluvio-torrentizia, in seguito ai recenti sollevamenti dell'area apuana (Pleistocene sup. - Olocene; Federici e Rau, 1980a, 1980b; Bartolini et al., 1983). In particolare, il bacino del T. del Cardoso ha una pendenza media del 74%; quello del Canale delle Mulina del 66%; il bacino del Veza (tra Pontestazzemese e Seravezza) del 73%; quello del Canale del Giardino del 70% circa; il bacino del T. Serra del 72% (Viti, 1996).

I versanti sono quasi totalmente coperti da fitti boschi (prevalentemente di castagno), ad eccezione delle zone più elevate, caratterizzate da pascoli, praterie o roccia nuda. A media e bassa quota gli affioramenti rocciosi sono limitati ai tagli stradali, a scarpate e incisioni vallive e alle cave; queste ultime si trovano soprattutto negli alti bacini del Serra e del Giardino, dove affiora il marmo. La maggior parte di esse è inattiva, ma sui versanti sono rimasti vasti accumuli di scarti della lavorazione (ravaneti).

Infine, fra Pietrasanta e il Lago di Porta, un cono di deiezione vasto e poco inclinato raccorda il bacino montano alla pianura co-

stiera versiliese, che si estende per alcuni chilometri fino al mare (bacino neotettonico della Versilia; Federici, 1987). In quest'area, il F. Versilia scorre su un tracciato arginato, il cui assetto ha subito numerose modifiche nel tempo.

3. CENNI CLIMATICI SULLE ALPI APUANE. — L'area apuana è certamente una delle più piovose d'Italia, con una media di 3000 mm/anno e un massimo annuo di 4731 mm, registrato nel 1960 a Campagrina (850 m s.l.m.). Questa caratteristica è legata a tre fattori principali: la morfologia della catena montuosa, la sua posizione geografica e la circolazione atmosferica, sia a scala generale che locale.

Morfologia e localizzazione delle Apuane determinano sulle precipitazioni un marcato effetto orografico: esse costituiscono infatti una catena montuosa allungata per circa 30 km in direzione NW-SE, parallelamente e in prossimità alla linea di costa, formando un ostacolo rilevante alle masse d'aria umida provenienti dai quadranti occidentali. A ciò si aggiungono l'altitudine (prossima a 2000 m) e l'acclività dei pendii, soprattutto dei versanti marittimi: si creano così le condizioni per un forte sollevamento forzato dei bassi strati atmosferici (Rapetti e Vittorini, 1994; Rapetti e Rapetti, 1997), che favorisce la formazione di cumulonembi temporaleschi.

La circolazione atmosferica generale è dominata, nel bacino mediterraneo, dai cicloni delle medie latitudini, che generano flussi d'aria di provenienza occidentale. Ad essi si associa il movimento del fronte polare, che interessa la Toscana con due passaggi non regolari: uno in autunno (con temporali frequenti nell'area apuoversiliese, come si vedrà meglio in seguito), quando il fronte polare si porta verso le basse latitudini e l'altro in primavera, quando si ritira verso nord.

Questa situazione complessa può essere perturbata anche da situazioni regionali, quali le depressioni sottovento alle Alpi Occidentali, che, soprattutto nei mesi autunnali, possono generare vaste aree di bassa pressione sul Golfo di Genova, influenzando anche la Toscana nord-occidentale. Tali depressioni provocano moti vorticosi e traslativi, accompagnati da sollevamento forzato delle masse d'aria umida sulle pendici dell'Appennino Ligure e Toscano e delle Alpi Apuane. Si aggiunge infine la grande umidità delle masse d'aria che raggiungono queste aree dopo aver attraversato l'Atlanti-

co e il Mediterraneo. Possono così verificarsi violente precipitazioni con effetti talora rovinosi (Autorità di Bacino del Fiume Serchio, 1992; Tropeano et al., 1993; Rapetti e Rapetti, 1997).

Tutti questi fattori, la cui concomitanza talora ne amplifica ed esalta gli effetti, contribuiscono a far sì che l'area apuana rappresenti una zona ad alto rischio idrogeologico, soggetta a frequenti piene e frane, che di solito si innescano e sviluppano in tempi brevissimi ed hanno causato più volte danni e vittime.

4. RICERCHE STORICHE. — L'indagine storico-archivistica si è basata sulla consultazione di biblioteche, archivi, testi e saggi storici, quotidiani e periodici a diffusione nazionale o locale, pubblicazioni e altro ancora. Essa ha permesso di rintracciare numerose informazioni sugli eventi che hanno interessato l'area apuo-versiliese, nonché sulle modificazioni dell'assetto idraulico del territorio. Naturalmente, le notizie più precise e dettagliate si riferiscono agli eventi catastrofici e a quelli che hanno provocato danni maggiori; pertanto è verosimile che non siano stati registrati, o non se ne sia trovata traccia, eventi che non hanno superato la soglia del danno, o che hanno avuto conseguenze modeste.

Nonostante ciò, come precedentemente accennato, i dati raccolti sono numerosi, sia in relazione alle variazioni antropiche e dell'assetto idraulico del territorio, sia riferendosi agli eventi alluvionali e franosi. Come si vedrà meglio in seguito, è stato possibile ricostruire una lunga serie storica, verosimilmente ancora incompleta, ma certamente significativa.

4.1. *Modificazioni e provvedimenti nell'assetto idraulico del Fiume Versilia.* — Alcuni autori sostengono che il nome del Fiume Versilia derivi dal ligure *Bersula* (*Versula*, *Versila*, *Versilia*), che significa "torrente dalle acque impetuose", a indicare come, anche in passato, il Versilia fosse conosciuto per le sue improvvise e dirompenti piene. Senza entrare nei dettagli dell'articolata storia del fiume, sembra comunque opportuno sottolineare le principali vicende storiche che hanno contrassegnato l'area, per meglio comprendere le interazioni tra l'ambiente umano e i fenomeni naturali, esondazioni in particolare.

Fin dai tempi più remoti, varie e complesse vicissitudini hanno interessato il F. Versilia e la pianura. I corsi d'acqua rappresentava-

no in passato la principale fonte di energia e di risorse per molte attività produttive (mulini, peschiere, serre, opifici per la lavorazione del marmo, ferriere), ma il regime torrentizio e le caratteristiche morfo-climatiche dell'area determinavano anche alluvioni disastrose, con gravissimi danni e numerose vittime. La necessità di fronteggiare le conseguenze di un assetto idraulico problematico determinò quindi vari interventi antropici e modificazioni nella piana versiliese.

Nel Medioevo (Macchia, 1997) andarono in rovina le opere idrauliche e le sistemazioni del territorio, in parte realizzate dai Romani. Si accentuò così l'impaludamento delle zone costiere, con la formazione di laghi, stagni e paludi, alimentati dai torrenti che scendevano dalle Alpi Apuane senza alcuna opera di regimazione, invadendo spesso le campagne; gli acquitrini rendevano malsana l'area, favorendo malattie come la malaria.

I maggiori problemi erano dovuti al F. Versilia, che dopo lo sbocco in pianura si dirigeva a S-SW, lambendo Pietrasanta e sfociando in mare a Motrone. Pertanto, nel 1386, gli abitanti di Pietrasanta "... molta cura si presero di ben dirigerne il suo corso ..."; inoltre, appositi Statuti ne regolamentavano le riparazioni "... acciò non inondasse la campagna e libero scorresse in mare ..." (Santini, 1861).

Il Granduca Cosimo I dei Medici "... si prese a cuore la direzione di questo fiume, atteso il flagello che questo recava alla campagna ...", con la realizzazione di numerose opere idrauliche; nonostante i lavori il fiume continuò sovente a straripare, rovinando i raccolti e formando paludi e acquitrini. Il Granduca approvò quindi il progetto del Canale Nuovo di Querceta, largo 10 braccia (6-7 m), per farvi defluire parte delle acque di piena che il Versilia non riusciva a smaltire; verosimilmente il canale si immetteva nel Lago di Porta e divenne il corso dell'attuale Versilia.

Nel 1617 il Canale di Querceta si rivelò insufficiente e la Granduchessa Maria Cristina ordinò di ampliarlo fino a 15 braccia (circa 10 m) (AA.VV., 1926); tale ampliamento rientrò in una serie di opere, che portarono alla deviazione del fiume, iniziata nel 1559 e completata nel 1782, quando tutte le acque del Versilia sfociavano nel Lago di Porta (Municipio di Pietrasanta, 1886; Barghetti, 1995; Leonardi, 1996). Il Canale di Querceta favoriva ulteriormente la colmata dello stesso Lago di Porta, iniziata già dal XVI secolo con



l'immissione del T. Montignoso (Targioni Tozzetti, 1773). Furono realizzati anche fossi di scarico minori e cateratte a bilico a Cinquale (1813), Motrone (1817) e Tonfano (1822) (Orlandi, 1976).

Nel 1830 la sistemazione idraulica della pianura fra Pietrasanta e il mare rese disponibili nuove aree edificabili (Orlandi, 1976), favorendo l'incremento della pressione antropica nel XIX secolo. Nonostante gli ingenti lavori per la sistemazione idraulica, le esondazioni rimasero frequenti, con danni anche alle aree di nuova urbanizzazione. Pertanto, su richiesta del costituito Consorzio idraulico del Fiume Versilia, gli ingegneri E. Botti e A. Grotti presentarono 5 progetti di sistemazione del tracciato (Cuppari, 1908), che tuttavia non furono mai attuati.

Nel 1918 la Società Italiana di Prodotti Esplosivi (SIPE) realizzò un campo d'aviazione nell'area adiacente il Lago di Porta, deviando a nord un'ansa del Versilia e peggiorandone ulteriormente l'assetto idraulico (Federici, 1998). Nel 1930, con l'istituzione del Consorzio di bonifica dell'ex Lago di Porta, Vaiana e Capanna, furono realizzate arginature e canali di scolo.

Tra gli anni '60 e '70, l'idrografia venne di nuovo sconvolta: i torrenti Strettoia, Bonazzera e Montignoso, immissari del Lago di Porta, vennero fatti confluire direttamente nel Versilia. In seguito, l'area dell'ex Lago di Porta, uno degli ultimi relitti delle vaste aree umide formatesi fin dall'Olocene lungo il litorale versiliese (Federici, 1998), fu adibita anche a discarica di inerti e di "marmettola" (residuo di lavorazione del marmo) (Sansoni, 1994). A ciò si aggiunga una preoccupante mancanza di chiarezza per quanto riguarda l'effettivo ruolo dell'ex Lago di Porta: se nel maggio 1906 era stato dichiarato colmato a conclusione dell'opera di bonifica, nello stesso tempo è diventato cassa di espansione del F. Versilia e del T. Montignoso e successivamente sono state date concessioni per vari interventi antropici (Federici, 1998).

Alla fine degli anni '80 fu infine realizzato un campo da golf, utilizzando anche aree di pertinenza fluviale e limitando la possibilità di rettificare il percorso del Versilia, smorzando la stretta ansa presso S. Bartolomeo. La riduzione del lume d'alveo, venutasi a creare in corrispondenza del campo da golf, ridusse la portata sostenibile a soli 135 m<sup>3</sup>/s, contro quella di 485 m<sup>3</sup>/s più a monte (Caredio et al., 1998; Sansoni, 1998). Successivamente, in seguito all'alluvione del 1996, l'alveo è stato ampliato, per adeguarne le portate sostenibili.

4.2. *Analisi degli eventi alluvionali e franosi.* — Le ricerche storiche hanno accertato che la catastrofe del 19 giugno 1996, le ingenti piogge del 29 settembre e 5 ottobre 1998 nel bacino del T. di Camaiore e quelle del novembre 2000 in tutta la Lucchesia sono soltanto le ultime della lunga serie, verosimilmente ancora incompleta, che è stato possibile ricostruire.

Significativamente, sono emerse anche la regolarità e la frequenza con cui in questo territorio si sono ripetuti eventi alluvionali e franosi (ogni due anni nell'ultimo decennio). Essi hanno provocato danni talora gravissimi, che nel tempo si sono accresciuti, mostrando inoltre la tendenza a manifestarsi nei medesimi luoghi e con caratteristiche analoghe. Questo incremento del danno, che si registra nei documenti, è legato naturalmente anche all'aumento di elementi a rischio (insediamenti, infrastrutture); d'altra parte, sono anche cresciute attenzione e sensibilità sociale verso questi fenomeni; pertanto, l'incremento del danno non necessariamente dipende da un aumento dell'intensità degli eventi.

Dal quadro cronologico e descrittivo, si possono trarre molteplici considerazioni, con riferimento sia alla frequenza che all'intensità degli eventi individuati. L'indagine ha riguardato il bacino del Fiume Versilia in senso lato, comprendendo anche il bacino del T. Montignoso, che attualmente confluisce nel Versilia in corrispondenza dell'ex Lago di Porta. In realtà, il T. Montignoso è sempre stato un immissario del Lago di Porta e non del Versilia; tale forzatura si evidenzia durante le piene, allorché esso riprende a scaricare acqua nel lago (Federici, 1998).

4.3 *Frequenza degli eventi.* — La distribuzione temporale degli eventi non è regolare e mostra alcune peculiarità e tendenze:

- dal 1328 al 2000, sono stati censiti 159 eventi, che hanno interessato il bacino del Versilia, con una ricorrenza media di un evento ogni 4,2 anni. A titolo di confronto, per i bacini del Frigido e del Carrione (ricerche in corso), attualmente, risultano un evento ogni 7,8 anni e uno ogni 10 anni, rispettivamente;

- dal 1328 al 1938 si sono registrati 110 eventi (1 ogni 5,5 anni), mentre dal 1939 al 2000 ne sono stati registrati 49 (1 ogni 1,2 anni); se nel XIV secolo risulta un solo evento e nessuno nel XV secolo, nel XVI secolo sono stati censiti 11 eventi, nel XVII secolo 27, nel XVIII secolo 16, nel XIX secolo 42 e nel XX secolo 62.

Ad eccezione del XVIII secolo, si nota quindi (fig. 3) l'incre-

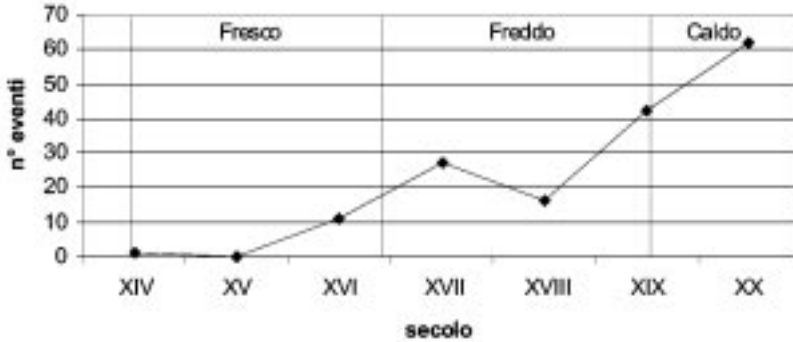


Fig. 3 - Frequenza di eventi alluvionali e franosi nel bacino del Versilia dal 1300 al 2000 in relazione ai periodi climatici individuati da Pinna (1977).

mento nella frequenza degli eventi dannosi documentati dal 1300 ad oggi. Tale incremento può derivare dalla concomitanza di più fattori:

- aumento del numero e dell'attendibilità delle fonti;
- maggiore attenzione e sensibilità verso tali eventi;
- proliferazione degli elementi a rischio, con espansione in aree vulnerabili e conseguente aumento della vulnerabilità. In passato, infatti, l'area apuo-versiliese era scarsamente popolata e ciò limitava sia l'entità dei danni, sia la diffusione e la registrazione di notizie riguardanti le calamità; in molte aree, acquitrinose o coltivate, sorgevano, infatti, solo poche case coloniche, mentre oggi vi risiedono oltre 60.000 abitanti (molti di più nella stagione turistica) e numerose attività produttive;
- variazione delle condizioni climatiche.

Riguardo a quest'ultimo punto, è interessante notare come nel periodo 800-1200 si sia manifestato un periodo piuttosto caldo, seguito, fino al 1350 circa, da un marcato raffreddamento con una forte avanzata dei ghiacci; dal 1350 al 1590 circa, si è avuto un aumento delle temperature, con un periodo relativamente fresco; dal 1590 al 1850 (periodo noto come "Piccola Età Glaciale") si è verificata una nuova forte diminuzione delle temperature, con avanzata dei ghiacci; infine, dal 1850 si è registrato un notevole incremento delle temperature, che hanno portato al periodo caldo attuale (Pinna, 1977). Confrontando l'andamento degli eventi con quello delle temperature (fig. 3), si nota come l'incremento del numero di even-

ti corrisponda ai periodi più caldi; pur considerando che i dati disponibili non permettono assunzioni definitive sul rapporto evento-clima, questa corrispondenza potrebbe essere giustificata dal fatto che aumenti delle temperature forniscono maggiore energia all'atmosfera, incrementando quindi la possibilità di eventi meteorici intensi, alternati a periodi prolungati di siccità. Questa distribuzione di eventi alluvionali in relazione al clima non si accorda completamente con numerosi dati che, per l'Italia intera, mostrano una recrudescenza più marcata durante la "Piccola Età Glaciale". Ciò potrebbe essere legato all'ubicazione geografica dell'area, particolarmente esposta ad eventi meteorologici parossistici, verosimilmente più probabili nei periodi caldi che in quelli freddi, dove la piovosità, pur essendo elevata, risulta maggiormente distribuita. Questo potrebbe anche spiegare l'aumento di fenomeni franosi durante la "Piccola Età Glaciale", come risulta dai dati del CNR-GNDICI (1998).

I dati raccolti hanno consentito per 124 casi (78,0% del totale) di precisare il periodo dell'anno in cui si sono verificati: il 54,0% (67 eventi) nei mesi di settembre, ottobre e novembre; il 18,6% (23 eventi) nei mesi di giugno, luglio e agosto; il 17,7% (22 eventi) nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio; il restante 9,7% (12 eventi) nei mesi di marzo, aprile e maggio (fig. 4), in maggioranza antecedenti al '900.

Il maggior numero di eventi risulta quindi nei mesi tardo estivi-autunnali, allorché il fronte polare si dirige verso le basse latitudini; ciò trova conferma anche nei limitrofi bacini del F. Frigido e del T. Carrione (figg. 5a e 5b, ricerche in corso) e nella piana di Lucca (Caredio, 1995a, 1995b). Nell'Appennino Ligure, in questi mesi si verifica il 60% degli eventi (Tropeano et al., 1993).

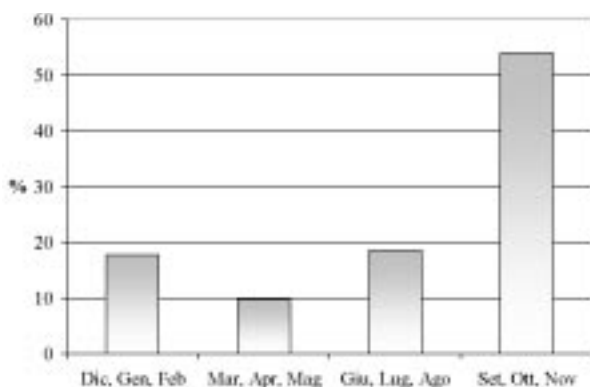


Fig. 4 - Frequenza degli eventi alluvionali e franosi nel bacino del Fiume Versilia nei vari periodi dell'anno.

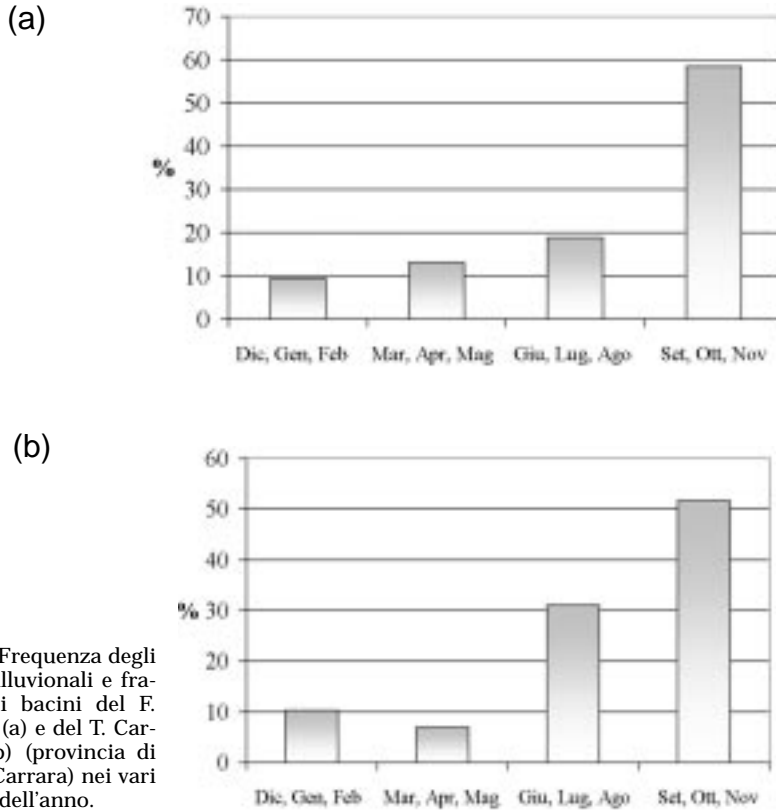


Fig. 5 - Frequenza degli eventi alluvionali e franosi nei bacini del F. Frigido (a) e del T. Carrione (b) (provincia di Massa-Carrara) nei vari periodi dell'anno.

Questa distribuzione è risultata piuttosto regolare nel periodo d'osservazione; fra i mesi autunnali, ottobre è quello a maggior rischio (40,9% dei casi), mentre in settembre e novembre si verificano rispettivamente il 31,8% e il 27,3% dei fenomeni autunnali.

Anche gli eventi di maggiore intensità e più disastrosi si sono verificati nei mesi autunnali: 27 settembre 1774, 18-19 settembre e 7-8 ottobre 1846, 25-26 settembre 1885, 11 ottobre 1902 e 18-19 novembre 1952. Fanno eccezione l'evento del 7 maggio 1636 e la recente catastrofe del 19 giugno 1996.

In quest'analisi temporale sono emerse altre notizie di un certo interesse:

- non di rado, 1-2 mesi dopo un evento estremo si sono verificate ancora precipitazioni particolarmente intense: ad esempio, un mese e mezzo dopo la catastrofe del 19 giugno 1996 (11 agosto, 2

vittime per l'improvvisa piena del T. Serra). Situazioni simili si sono presentate l'11 ottobre 1902 (nubifragio del 15 novembre) e il 25-26 settembre 1885 (nubifragi del 15 e del 25 ottobre); per il 1774 e il 1636 non ci sono dati. Queste manifestazioni potrebbero testimoniare la permanenza di una marcata instabilità, anche nel periodo successivo a quello dell'evento estremo;

– possono inoltre manifestarsi “sciame meteorologici”, ovvero eventi che si susseguono a breve distanza di tempo; oltre a quelli citati, ciò è successo nel 1999 (19-20 settembre e 21-25 ottobre), nel 1998 (28-29 settembre e 5 ottobre), nel 1992 (11 luglio e 22 agosto), nel 1982 (14 novembre e 8 dicembre), nel 1977 (2 gennaio e 21 febbraio), nel 1965 (22-23 agosto, 1-2 settembre e 27-28 settembre), nel 1964 (4-5 luglio, 20 settembre e 2 ottobre), nel 1959 (28 ottobre e 18 novembre), nel 1852 (2-3 ottobre, 27-28 ottobre e 15-21 novembre) nel 1846 (8 settembre, 18-19 settembre e 5-6 ottobre, 7-8 ottobre e 25-26 ottobre), nel 1844 (3 luglio e 28 luglio; 2 novembre e 7-8 novembre), nel 1828 (settembre e 9-10 novembre), nel 1827 (settembre e ottobre) e nel 1629 (14 settembre e 23 settembre).

Infine, dei 159 eventi censiti, solo 29 hanno interessato anche i bacini del Frigido e, talora, del Carrione, provocando gravi danni. Negli altri 130 casi non risultano coinvolte aree esterne al bacino del Versilia; potrebbe quindi trattarsi di fenomeni maggiormente circoscritti. Pertanto, dal 1636, primo anno in cui si ha notizia di eventi di portata più vasta, mediamente ogni 12,6 anni l'area apuoversiliese sarebbe stata interessata da eventi calamitosi, con estensione ed effetti particolarmente significativi.

*4.4 Aree vulnerate e danni prodotti.* — Le ricerche storiche hanno permesso d'individuare molte aree vulnerate da alluvioni e frane, identificandone alcune più colpite, talora in seguito, almeno in parte, ad interventi antropici.

Infatti, le modificazioni nell'assetto idraulico della pianura hanno spesso soltanto trasferito i problemi, incrementando altrove il rischio di esondazione. È il caso, ad esempio, della zona della Rotta, a nord-ovest di Pietrasanta, dove il Versilia segue un'ansa quasi ad angolo retto per dirigersi verso il Lago di Porta. Come accennato, la deviazione fu iniziata nel 1559 e fino alla fine del XVIII secolo le acque poterono sfruttare due alvei (quello originario e il Canale di Querceta), finché tutte le acque del Versilia furono fatte

confluire nel nuovo alveo. Mentre la zona della Rotta non è mai menzionata nelle cronache precedenti alla deviazione, essa viene più volte ricordata successivamente (3 volte nel periodo di coesistenza dei due alvei e ben 8 volte dopo la definitiva chiusura di quello originario), in occasione di rotte o tracimazioni (ultima quella del 1996). D'altra parte, prima della deviazione la pianura di Pietrasanta era stata inondata dal Versilia almeno 16 volte e fu proprio per liberare tale area dal flagello delle inondazioni e quindi della malaria, che fu deviato il corso del Versilia verso il Lago di Porta.

Analogamente, l'area di Pozzi-Querceta-Vaiana-Ponte di Tavole-Ponte Sipe, in cui il fiume scorre in un alveo artificiale insufficiente a smaltire le piene maggiori, è diventata assai vulnerabile a partire dalla fine del XVIII secolo, ovvero dopo la deviazione del Versilia: infatti, il fiume ha esondato in quest'area almeno 20 volte.

Seravezza viene citata nelle cronache 21 volte: situata alla confluenza dei torrenti Serra e Vezza, essa ne subisce le frequenti piene, fra cui particolarmente violente quelle del 25-26 settembre 1885, dell'11 ottobre 1902 e del 19 giugno 1996. Tuttavia, la cittadina è stata interessata da molteplici eventi soprattutto prima del XX secolo, allorché il Vezza, invece di confluire regolarmente, si immetteva pressoché controcorrente nel Serra, impedendone il normale deflusso, in particolare durante le piene (Barghetti, 1995). Con la correzione di questa immissione, realizzata agli inizi del '900, la situazione è andata migliorando e le inondazioni dell'abitato sono praticamente cessate, fino al 19 giugno 1996.

Viene frequentemente inondata (10 volte) anche la zona dell'ex Lago di Porta, dove convergono pure i torrenti Montignoso, Strettoia e Bonazzera, che, pur drenando bacini di pochi km<sup>2</sup>, ricorrono spesso nelle cronache di eventi alluvionali; in particolare, il Bonazzera ha esondato in genere per rigurgito del Versilia in piena (almeno 14 volte, in gran parte negli ultimi decenni), mentre il T. Strettoia, con deflussi normalmente insignificanti, ha provocato spesso (10 volte) danni ingenti, con piene improvvise. Molteplici sono anche le piene storiche del T. Montignoso (si vedano ad esempio le dettagliate descrizioni di Sforza, 1867) e, più a sud, del T. Baccaio (10 eventi), probabilmente antico immissario del F. Versilia, prima della deviazione.

Nell'Alta Versilia, oltre ai fenomeni d'intensa erosione lungo gli alvei torrentizi, sono frequenti i movimenti franosi, che spesso hanno recato danni e vittime. In vaste aree le caratteristiche geolo-

giche e geomorfologiche sono più favorevoli allo sviluppo di frane; in occasione di piogge intense e concentrate, lungo i versanti modellati in rocce poco permeabili o impermeabili, le coperture detritiche e colluviali sono frequentemente coinvolte in fenomeni di scorrimento-colata e colata rapida di detrito, tipo *soil slip-debris flow* (Campbell, 1975; Varnes, 1978; Carrara et al., 1987; Cruden e Varnes, 1996), con elevata velocità ( $> 3$  m/s) e concentrazione areale. Il 19 giugno 1996, nel solo bacino del Torrente del Cardoso si sono verificate oltre 400 frane, con una media di circa 30 frane/km<sup>2</sup> (D'Amato Avanzi et al., 2000). L'11 luglio 1992, a seguito di un violento temporale (110 mm di pioggia in 3 ore), si staccarono almeno 40 frane nel solo Comune di Seravezza, che provocarono due vittime. L'autunno del 1846 fu caratterizzato da quattro eventi importanti e ravvicinati (8 settembre, 18-19 settembre, 5-6 ottobre e 25-26 ottobre), che causarono innumerevoli frane e danni alla viabilità dei comuni di Seravezza e Stazzema. Episodi simili accaddero anche il 26 luglio 1847, principalmente nel bacino del T. Serra, il 25-26 settembre 1885, l'11 ottobre 1902 e l'8 giugno 1984.

Nonostante le notizie disponibili siano numerose, essendo menzionate molte località non è semplice individuare quelle a maggior rischio; fra queste, si possono probabilmente annoverare alcune zone, più spesso citate nelle cronache, quali Pomezzana, Farnocchia, Cardoso, Stazzema, Levigliani, Azzano e Basati, forse perché i fattori geologici, morfologici e climatici le rendono più suscettibili ai dissesti.

Un cenno meritano anche i ravaneti, grandi accumuli di materiale di scarto delle cave di marmo, prodotti nel corso di molti decenni (in alcuni casi secoli); essi sono spesso adagiati su pendii acclivi e sovente invadono anche gli alvei torrentizi. La loro stabilità non di rado può essere considerata soddisfacente, soprattutto in ragione di granulometria e permeabilità elevate, ma le condizioni morfologiche, i continui rimaneggiamenti e i fenomeni erosivi possono favorirne la mobilitazione in occasione di eventi estremi. Ad esempio, secondo cronache e relazioni i ravaneti furono fra le cause principali delle catastrofi del settembre 1885 e del luglio 1902: nel 1885 nel bacino del T. Serra, dove tuttora esistono molteplici ravaneti, le colate detritiche rasero al suolo Malbacco e Riomagno, depositando materiale fino a 9 metri di spessore e provocando ingenti danni anche a Seravezza (Leonardi, 1996). Numerosi ravaneti si trovano anche nei bacini del Canale del Giardino, del T. Vezza



e, in minor quantità, del T. del Cardoso, dove in vari casi contribuiscono ad aggravare il rischio.

Infine, si ricorda ancora che le molteplici catastrofi nel territorio studiato hanno più volte causato vittime: tra fenomeni alluvionali e franosi si contano complessivamente 39 vittime (13 nell'evento del 19 giugno 1996); di queste, 24 sono state causate da fenomeni fluvio-torrentizi (colate detritiche incanalate, onde di piena), le restanti 15 sono state travolte da frane (tab. I).

TAB. I - NUMERO DI VITTIME PROVOCATO DA EVENTI DI FRANA O FLUVIO-TORRENTIZI NELL'AREA OGGETTO DELL'INDAGINE

| Bacino           | N° vittime per frane | N° vittime per piene | Totale |
|------------------|----------------------|----------------------|--------|
| F. Versilia s.s. | 8                    | 17                   | 25     |
| T. Baccatoio     | 0                    | 0                    | 0      |
| T. Montignoso    | 7                    | 7                    | 14     |
| Totale           | 15                   | 24                   | 39     |

*4.5 Intensità degli eventi.* — Per dare una visione più completa delle caratteristiche degli eventi censiti, si è ritenuto utile differenziarli, almeno in prima approssimazione, in base all'intensità, intesa come severità geometrica e meccanica del fenomeno (Canuti e Casagli, 1996), valutata in base a parametri fisici misurabili o stimabili (altezza delle precipitazioni, livello idrometrico, volume della massa spostata o velocità per le frane). Nella valutazione di questo parametro, è preferibile quindi tenere conto soltanto di caratteristiche proprie dei fenomeni analizzati, senza utilizzare parametri legati anche alle caratteristiche degli elementi a rischio, come la vulnerabilità o i danni prodotti.

Occorre però considerare che solo nell'ultimo secolo si è potuto disporre, per l'area indagata, di dati quantitativi, relativi ad esempio alle piogge o al livello idrometrico dei corsi d'acqua; peraltro, solo per la più volte menzionata catastrofe del 19 giugno 1996 i dati sono particolarmente numerosi.

Per una valutazione degli eventi più remoti, è quindi pressoché inevitabile considerare anche i danni prodotti, con i limiti che ciò può comportare. Ricordando che in passato le caratteristiche degli alvei e dei versanti potevano differire, anche notevolmente, dalle attuali, possiamo certamente annoverare, tra gli eventi più catastro-

fici, quelli dell'11 ottobre 1902, del 25-26 settembre 1885, del 18-19 settembre 1846, del 27 settembre 1774 e del 7 maggio 1636. Si tratta di eventi di intensità particolarmente elevata, verosimilmente paragonabile a quella del 19 giugno 1996, almeno in base ai danni descritti nei documenti d'archivio.

Tenendo quindi conto di queste descrizioni, gli eventi censiti, di entità superiore alla soglia del danno, sono stati suddivisi in 4 gradi d'intensità, sostanzialmente corrispondenti a quelli definiti da  $DRM$  (1990):

- $E_1$  → Intensità lieve
- $E_2$  → Intensità media
- $E_3$  → Intensità elevata
- $E_4$  → Intensità molto elevata

Il grado  $E_4$  è stato attribuito, oltre che a quello del 19 giugno 1996, a pochi altri eventi con caratteristiche catastrofiche: 11 ottobre 1902, 25-26 settembre 1885, 18-19 settembre 1846, 27 settembre 1774, 7 maggio 1636. A nostro giudizio, la catastrofe del giugno 1996 (un evento di riferimento, per quantità e qualità di dati disponibili), può essere considerata quella di maggiore intensità finora verificatasi, almeno sulla base della ricerca storica svolta; gli altri eventi si distribuiscono prevalentemente nei gradi  $E_1$  (88) ed  $E_2$  (54), mentre un numero assai più limitato (11) rientra nel grado  $E_3$  (fig. 6). Attualmente, nel grado  $E_1$  rientrano anche alcuni eventi più remoti, sui quali peraltro le informazioni sono scarsissime; non è

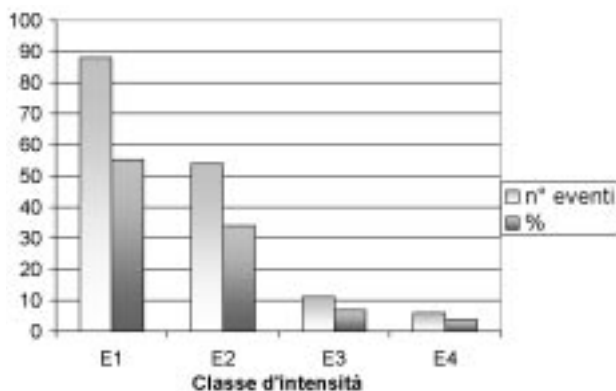


Fig. 6 - Rappresentazione del numero di eventi per classe d'intensità.

escluso che in futuro nuovi dati ne consentano una classificazione più precisa. Statisticamente, pertanto, nel periodo 1328-2000 un evento di intensità  $E_4$  ha un tempo di ritorno di 112 anni; un evento di intensità  $E_3$  ha un tempo di ritorno di 61,1 anni; un evento di intensità  $E_2$  ha un tempo di ritorno di 12,4 anni; un evento di intensità  $E_1$  ha un tempo di ritorno di 7,6 anni. Considerando tutti gli eventi (con intensità da  $E_1$  a  $E_4$ ), risulta una frequenza media di un evento ogni 4,2 anni, come precedentemente accennato.

5. ALCUNI EVENTI CATASTROFICI SIGNIFICATIVI DELL'AREA VERSILIESE. — Prima di esporre le considerazioni che si possono trarre dai risultati della ricerca svolta, si ritiene utile sintetizzare le cronache di alcuni eventi più significativi, per meglio comprendere le caratteristiche dei fenomeni che si sono verificati e possono ancora accadere nell'area versiliese. In questa sede non si ritiene necessario, infine, illustrare anche l'evento del 19 giugno 1996, in quanto ampiamente descritto in alcuni dei lavori precedentemente citati.

5.1 *Evento del 27 settembre 1774.* — Questo evento, in Alta Versilia, fu per vari aspetti, e soprattutto per i danni, molto simile a quello del 19 giugno 1996, in particolare per l'abitato di Cardoso.

Da notare soprattutto la durata della pioggia, gli effetti della piena e la sua repentinità. Infatti, così lo descrive Santini (1859): "Piovve talmente il 27 settembre del 1774 per otto ore consecutive, che, gonfiato oltremodo il torrente del Cardoso, rovesciò da sette a otto case, e varii mulini distrusse, oltre alle frane che avvennero, e gli abbattimenti di alberi e di castagni: ed era tal pioggia mescolata con grandine grossa come noci la quale si inalzò un braccio [0,6-0,7 m] sopra il suolo, e poco mancò che Seravezza andasse tutta sotto acqua, essendo ivi arrivata la piena a ore 8 di Francia, con sorpresa e spavento dei Terrazzani [erano così denominati, soprattutto dai marinai, i marmisti, i coloni e tutti coloro che non lavoravano in mare - Giannelli, 1970] e dei Villeggianti, nel momento appunto della cena ...". La furia delle acque travolge e distrugge quasi tutti i ponti lungo il fiume (Tenerini, 2002).

In alcune lettere (ASCP, 1774-1779), si dà notizia di danni a un muro di contenimento e alla strada nella zona di Pontestazzemese; tra Pontestazzemese e Colle del Cavallo, il Torrente del Cardoso devasta il muro sotto strada; altri danni si registrano a Malinventre

(attuale Vallinventri, presso Cardoso) e alla strada tra Ruosina e Pontestazzemese. Risulta inoltre la necessità di riparazioni agli argini del Versilia in località Navani (attuale La Rotta, presso San Bartolomeo, dove il Versilia era stato deviato verso il Lago di Porta). Già in precedenza, l'azione erosiva sul lato esterno di quest'ansa aveva destato preoccupazioni; infatti, le piene avevano lentamente eroso l'argine, costruito per separare il corso vecchio da quello nuovo, come precedentemente accennato.

*5.2 Evento del 25-26 settembre 1885.* — La grande piena del 1885 (figg. 7 e 8) è certo uno degli eventi più ricordati in Versilia (L'Illustrazione Italiana, 1885; Lega e Lega, 1984; Paolicchi, 1989; Barghetti, 1995; Leonardi, 1996); essa si verifica in conseguenza di precipitazioni straordinarie, iniziate alle 22.00 del 25 settembre e proseguite per circa due ore e mezzo. Le piogge si sarebbero scatenate inizialmente nella zona di Seravezza, per dirigersi quindi verso il litorale e all'interno, tra le colline pisane e Le Pizzorne. Il nubifragio interessa marginalmente anche la zona di Pisa, dove pure



Fig. 7 - Danni prodotti a Riomagno dalla piena torrentizia verificatasi nella notte tra il 25 e il 26 settembre 1885 (da L'Illustrazione Italiana, 1885).



Fig. 8 - Danni prodotti a Seravezza dalla piena torrentizia verificatasi nella notte tra il 25 e il 26 settembre 1885 (da L'Illustrazione Italiana, 1885).

si concentra in due o tre ore di pioggia molto intensa (La Nazione, 29/9/1885).

Il fenomeno interessa tutta l'area apuana e versiliese, ma con particolare violenza il bacino del T. Serra, nella zona tra il M. Altissimo e il M. Carchio, dove sono attive varie e importanti cave di marmo.

Significativa è la descrizione del Presidente del Comitato di Soccorso, che in una relazione del 29 settembre scrisse (Tonini, 1885a): “La piena dei due nostri fiumicelli [Serra e Vezza] avvenuta nella notte dal 25 al 26 settembre ... ha mutato faccia al paese, sì dal lato topografico che dal lato economico industriale. Lunghi tratti di strade necessarie all'industria dei marmi, grossi muraglioni, molti ponti, parecchie steccaie [opere di difesa spondale], opifici marmorei, mulini, ricche botteghe, una Chiesa, un intero villaggio [Riomagno], una parte di un altro [Malbacco], alberi, armenti, massi costosi di marmo, tutto invase, urtò, abbatté, trasportò, ruinò, distrusse violentemente la prepotente fiumana. Ed ora a Seravezza regna la desolazione! Centinaia di persone so-

no senza tetto, senza vesti, senza pane. Migliaia di operai senza lavoro ...”.

A Riomagno (fig. 7) 20 abitazioni vengono rase al suolo o gravemente danneggiate, mentre i fondovalle vengono sommersi da ingenti quantità di detriti, con spessori da 3 a 8 metri e addirittura di 9 metri presso la Casa del Granduca, alle falde del Monte Altissimo (Municipio di Pietrasanta, 1886; Leonardi, 1996). Anche alla Desiata e ad Azzano varie abitazioni vengono gravemente danneggiate, distrutte o minacciate dalle innumerevoli frane (Barghetti, 1995).

A Seravezza (fig. 8) il T. Serra in piena, che ha già distrutto una segheria di marmo in località Argentiera, si unisce al Vezza, inondando e devastando la cittadina (nella piazza principale l'acqua raggiunge 1,76 m, come indica una targa); 6 case sono distrutte e molte altre gravemente danneggiate e invase da 2 m di fango e detriti (Tonini, 1885b). Le strade di Seravezza vengono ostruite da detriti, fango, mobili e suppellettili, alberi sradicati dalle frane e dalla corrente (La Nazione, 29/9/1885). Infine il Versilia, dopo aver danneggiato l'abitato di Corvaia (Botti, 1905) e distrutto un ponte, esonda alla Rotta, presso San Bartolomeo (La Nazione, 29/9/1885), dove, verso le ore 23.30, si apre uno squarcio di circa 70 m e allaga la pianura circostante con case, segherie di marmo e allevamenti, devastando anche la ferrovia Pisa-La Spezia (La Nazione, 1/10/1885). Secondo l'Ing. Marchi (in Cuppari, 1908), la portata massima del T. Vezza nella piena del 1885 viene stimata in circa 250 m<sup>3</sup>/s, mentre quella del Serra in 150 m<sup>3</sup>/s, per cui, alla loro confluenza, il Versilia raggiungerebbe una portata di circa 400 m<sup>3</sup>/s. La mancanza di argini favorì esondazioni in varie altre zone, con allagamento quasi totale del territorio fino al mare (3/5 della pianura, secondo Botti, 1905); le acque invasero anche Pietrasanta, raggiungendo ca. 30 cm in Piazza Duomo (Cavazza, 1986).

Fra le cause del disastro, furono indicate: la condizione precaria degli alvei di fiumi e torrenti, in particolare del Serra; i numerosi ravaneti non stabilizzati nella stessa valle del Serra, con blocchi di vari metri cubi; la struttura urbanistica di Seravezza; l'assetto idraulico del Versilia, specialmente nelle aree di pianura. Infatti, La Nazione (10/1/1885) scrisse che "... le piene dei due fiumi sono avvenute in ogni tempo, ma non mai con la frequenza e la forza degli ultimi cinquanta anni. Prima di questo secolo il letto dei fiumi era molto profondo, onde ben raramente si avevano inondazioni del paese, ma a misura che il letto dei fiumi, per il continuo getto

che si ha a valle delle cave, è andato innalzandosi, le inondazioni si sono fatte più violente e rovinose ...". Secondo una relazione del Distretto Minerario di Carrara (Paolicchi, 1989), "... la causa che produsse le inondazioni è eccezionale ch  la quantit  d'acqua caduta in que' giorni fu in vero diluviosa, prodigiosamente strabocchevole. Per altro contribuirono ad aumentare il disastro, principalmente nella Versilia, le grandi masse di detriti creati con l'escavazione dei marmi. Enorme fu la quantit  di questi detriti strappati dalla veemenza delle acque ai ravaneti delle cave e portati ai fiumi, onde che ne alzarono il letto, vi formarono subitanei sbarramenti, e crebbe il traboccare delle piene come avvenne, ad esempio, per il Serra che mise a repentaglio lo stesso paese di Seravezza ...". Il sindaco di Pietrasanta imput  l'accaduto all'incuria dello Stato e a Seravezza si parl  di "vergognosa inazione governativa" (Federici, 1981).

Naturalmente furono proposte urgenti ed importanti opere di risistemazione: muri di sostegno per i ravaneti; briglie e strutture di ritenuta per il materiale solido negli alvei; regolarizzazione della pendenza del Versilia a valle di Seravezza; nuova deviazione del corso del fiume alla Rotta, affin  tornasse a sfociare in mare anzich  nel Lago di Porta; viabilit  per la manutenzione degli alvei (Barghetti, 1995). Tuttavia Botti et al. (1893) annotarono come, a otto anni dall'alluvione, il letto del Versilia fosse ancora sovralluvionato, al punto che sarebbe stata sufficiente una piena assai inferiore a quella del 1885 per creare danni indubbiamente pi  ingenti. Si rendeva quindi necessaria la sistemazione idraulica e forestale, anche per le frane, in grado di influenzare il regime dei corsi d'acqua e il cui consolidamento doveva quindi essere coordinato con le opere idrauliche.

Nell'evento del 25-26 settembre 1885 anche il Rio di Strettoia provoc  gravi danni, in particolare nella parte montana, dove l'erosione intensa determin  anche grandi frane; molte di esse si riversarono nel fondovalle, devastando opifici, abitazioni (una quindicina) e ponti a Strettoia (fraz. di Pietrasanta) e invadendo i terreni circostanti.

Infine, la piena del T. Baccatoio provoc  una rotta nell'argine sinistro, incrementando i danni di una rotta precedente, distruggendo un'opera a difesa di un versante franoso e ponendo quindi in grave pericolo l'abitato di Valdicastello (La Nazione, 4/10/1885).

In seguito a questi eventi, l'economia della zona, basata soprattutto sull'estrazione e il commercio del marmo, sub  un arresto

quasi totale e il movimento di merci alla stazione di Pietrasanta si ridusse a un decimo di quello dell'anno precedente (Barghetti, 1995).

5.3 *Evento dell'11 ottobre 1902.* — A soli 17 anni dalla precedente, un'altra catastrofe sconvolge il bacino del F. Versilia, dove sono ancora riconoscibili i segni dell'alluvione del 1885 (fig. 9). Seravezza è nuovamente sommersa da acqua, fango e detriti, con ponti distrutti, argini crollati, edifici danneggiati. "In breve ora ricca pioggia venne ad ingrossare i rivi e ... corsi d'acqua ...", il torrente "gonfiò impetuoso devastando e travolgendo terreni, fabbriche, opifici, ponti, sommergendo campagne, distruggendo raccolti, uccidendo bestiame, portando ovunque la desolazione, lo sgomento ... Le acque combinate dei fiumi Vezza e dell'Altissimo [Serra] hanno invaso la parte più depressa di Seravezza, raggiungendo un'altezza perfino di 3.40 metri ... Tutte le strade di montagna ... sono più o meno danneggiate" sia per cedimento di muri e parapetti ... sia per franamento del piano stradale ..." (Comune di Seravezza, 1902).

Secondo un memoriale del Comune (conservato nell'Archivio Comunale), in Seravezza l'acqua raggiunse un livello di 0,40 m superiore ai 3 m circa del 1885; le cause vengono riferite ai disboscamenti e alle cave, per il cospicuo volume di detriti riversato nelle valli.

Secondo Botti (1908), in quest'evento la portata del T. Vezza raggiunse circa 300 m<sup>3</sup>/s, che, aggiunti ai circa 150 m<sup>3</sup>/s calcolati dall'Ing. Marchi per il T. Serra durante la piena del 1885 (che secondo Botti sarebbero stati verosimilmente raggiunti anche nella piena in oggetto), danno un totale di circa 450 m<sup>3</sup>/s alla confluenza. Nello stesso punto, la portata al colmo della piena del 1996 è stata stimata in 570 m<sup>3</sup>/s (Paris, 1996).

L'Illustrazione Italiana (26 ottobre 1902) così descrive lo scenario dopo l'alluvione: "... a diciassette anni di distanza, questa vallata versiliese, che aveva dovuto sopportare i più gravi sacrifici, per riparare ai danni già patiti, ha veduto ... le sue strade, nuovamente rovinare, strappate dalle acque, i ponti crollati, le case, le campagne allagate ricoperte di sabbia e di pietrisco, e ciò nello spazio di poche ore, quanto bastarono perché i ruscelli, divenuti corsi vorticosi e torrenti, rovinassero giù dalle vicine montagne ... La maggiore rovina si è avuta a Seravezza, dove le acque si sono alzate per sette





Fig. 9 - Popolazione in fuga dalle zone alluvionate nell'ottobre 1902 (da L'Illustrazione Italiana, 1902).

metri sul livello normale, sorpassando di metri 1,50 quello raggiunto dalla piena del 1885! ... È a deplorarsi una vittima umana, un contadino travolto da una frana assieme alla sua casa. La strada ferrata Pisa-Spezia ha avuto pure a soffrire danni importanti: fra Pietrasanta e Querceta le acque irrompenti hanno attaccato e demolito l'argine stradale per un tratto di circa 300 metri, sollevando le traversine e abbattendo i due binari, ridotti a ponti pensili, sui campi sottostanti...". Per tutto il corso dei T. Serra e Vezza e del F. Versilia, si verificano interruzioni di strade, crollo di case e ponti, allagamenti delle campagne, terreni coperti di sabbia e ghiaia (Bartelletti e Nepi, 1996). Tenerini (2002) riporta invece 3 vittime.

A Seravezza la piena dei torrenti Serra e Vezza distrugge 4 ponti; la campagna è allagata fino a Pietrasanta e al mare; circa un chilometro della linea ferroviaria Pisa-Spezia è distrutto. Secondo La Nazione (12-16/10/1902) il danno complessivo del Comune di Pietrasanta supera quello del 1885, stimato in circa due milioni di lire.

Botti (1905) individua principalmente tre cause del disastro: il disboscamento, che priva i versanti della protezione e dell'azione moderatrice sui deflussi della vegetazione; l'estrazione del marmo e le frane, che ingombrano sovente l'alveo con materiali detritici. I deflussi più rapidi e cospicui si sommano così alla riduzione della sezione utile dell'alveo, che diviene insufficiente a contenere le acque di piena.

Ancora Botti (1908) stima anche la quantità di detriti di marmo, che annualmente invade l'alveo del fiume: poiché solo un decimo circa del materiale estratto viene utilizzato, il resto viene scaricato sui pendii o nei canali. Considerando che la produzione di marmo raggiunge le 40.000 tonnellate/anno, vengono estratte circa 400.000 tonnellate di materiale (ca. 130.000 m<sup>3</sup>). Ipotizzando che solo un terzo raggiunga il fondovalle, si tratta comunque di 43.000 m<sup>3</sup> di materiale ogni anno: ripartiti su un percorso di 10 km con sezione media di 25 m<sup>2</sup>, essi possono rialzare l'alveo mediamente di circa 0,17 m ogni anno. Trattandosi di processi a carattere impulsivo, si può intuire come, in occasione di nubifragi, ciò che si è accumulato in vari anni possa mobilizzarsi repentinamente, determinando un innalzamento dell'alveo di un valore multiplo di 0,17 m. Lo stesso Autore fa inoltre presente come, per il deflusso delle acque di piena, risulti assolutamente insufficiente la luce dei ponti della ferrovia e della strada provinciale a Ponterosso e a Ponte di Tavole (Borrini, 1908).

6. **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.** — Le ricerche storiche svolte sul bacino del F. Versilia hanno permesso di raccogliere informazioni numerose e significative su molti eventi pluviometrici, alluvionali e franosi, in qualche caso anche catastrofici, che negli ultimi secoli hanno investito questo territorio. Tali eventi sono stati classificati, in prima approssimazione ed empiricamente, in base all'intensità, stimata dalle descrizioni degli eventi stessi e dei loro effetti sul territorio e sull'ambiente antropico, dedotti dalle cronache.

Il quadro che ne è risultato ha messo in evidenza che il rischio idrogeologico in queste aree ha radici storiche e connessioni importanti con le modificazioni antropiche degli ultimi secoli, che hanno avuto un impatto significativo soprattutto sulla pianura e sul suo assetto idraulico. L'analisi storica consente di riconoscere una tendenza piuttosto marcata all'incremento dei danni nel tempo, legata a fattori naturali e soprattutto antropici; fra questi, principalmente, le suddette modificazioni nell'assetto idraulico della pianura, la proliferazione degli elementi a rischio (edifici, impianti industriali e artigianali, infrastrutture e vie di comunicazione) nelle aree a più alta pericolosità, forse anche un aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi, come i più recenti eventi catastrofici sembrano indicare.

Per la determinazione del rischio, vari autori hanno individuato e quantificato numerosi parametri geologici, geomorfologici e climatici nell'attivazione delle frane (Govi e Sorzana, 1980; Govi et al., 1985; Govi, 1988; Castelli et al., 1996; Preti et al., 1996; Amorfini et al., 1997; Canuti et al., 1997; Rapetti e Rapetti, 1997; Caredio et al., 1998; ANPA-ARPAT, 1998; D'Amato Avanzi, 1999; Annunziati et al., 1999; Menduni et al., 1999; D'Amato Avanzi et al., 2000; Martello et al., 2000; Codebò et al., 2000), nonché alcuni valori soglia delle piogge per l'attivazione dei dissesti. Sono stati anche calcolati o stimati i tempi di ritorno di precipitazioni analoghe a quella del 1996, variabili da un centinaio ad alcune centinaia d'anni (Castelli et al., 1996; Preti et al., 1996; Rapetti e Rapetti, 1997; Caredio et al., 1998; ANPA-ARPAT, 1998). A tali valori non può essere attribuito un significato di certezza, anche per i limiti insiti nelle diverse metodologie statistiche adottate e nella carenza di serie pluviometriche storiche sufficientemente lunghe; nello stesso tempo, si tratta di valori comunque elevati, che sottolineano la rarità e forse l'eccezionalità dell'evento, nonché, significativamente, la sua sostanziale imprevedibilità statistica.

A questo riguardo, è importante mettere in evidenza che alcuni eventi catastrofici degli ultimi secoli, precedentemente descritti, si sono susseguiti con una certa regolarità, con un intervallo temporale poco più che centennale (1774, 1885, 1996). Sulla base della ricerca storica è emerso un tempo di ritorno di 112 anni per un evento analogo a quello del 19 giugno 1996, che, date le sue caratteristiche, è stato preso come riferimento. Tale dato, anche se puramente statistico, convalida almeno in parte i tempi di ritorno calcolati.

La sostanziale imprevedibilità attuale di tali eventi estremi, combinata con il loro presumibile aumento di frequenza negli ultimi decenni, confermato in varie aree, suggerisce comunque di dedicare ulteriori risorse anche alla determinazione della pericolosità in termini quantitativi, attraverso l'individuazione delle aree più suscettibili ai dissesti, l'analisi sperimentale delle soglie pluviometriche e della risposta delle pressioni interstiziali alle precipitazioni, la quantificazione dei parametri geologici, morfometrici e geotecnici più significativi.

La predisposizione di scenari di rischio, la pianificazione di provvedimenti di mitigazione e di piani d'emergenza potranno così fondarsi su maggiori dati quantitativi, non dimenticando che, attualmente, anche in seguito alle numerose trasformazioni del territorio, non si può ancora escludere che un evento analogo a quello del 1996, o anche meno intenso, possa arrecare in molte aree danni ancora più gravi rispetto a quelli verificatisi in passato, anche pochi decenni or sono.

In conclusione, in questa ricerca è emerso come sia la pericolosità che la vulnerabilità del territorio apuo-versiliese risultino assai elevate; inoltre, le modificazioni che il territorio ha subito nei secoli hanno contribuito ad aumentare ulteriormente la pericolosità degli eventi. È quindi opportuno, se non indispensabile, operare con appropriati provvedimenti idraulici a salvaguardia anche delle aree di pianura. Alcuni interventi sul F. Versilia sono già stati eseguiti all'indomani della disastrosa alluvione del 1996 (risagomature, rifacimento di ponti e attraversamenti, realizzazione della cassa di espansione in corrispondenza dell'alveo dell'ex Lago di Porta, capace di ca. 3.000.000 m<sup>3</sup> di acqua ecc.) ma altri sono ancora auspicabili. Il Torrente Baccatoio, piccolo rio che drena un bacino di dimensioni irrilevanti e dotato di deflusso insignificante per gran parte dell'anno, ha storicamente provocato ingenti danni ai territori di sua competenza e fino ad oggi è stato pressoché ignora-

to dalle autorità competenti. Ecco quindi che la ricerca storica può dare un notevole contributo alla conoscenza e alla definizione della pericolosità di un'area, fornendo indicazioni sulla intensità degli eventi, sui tempi di ritorno e sulle aree a rischio.

#### BIBLIOGRAFIA

- A. AMORFINI, A. BARTELLETTI e L. ZOCCO PISANA, "Dissesto idrogeologico e soprassuoli boschivi: il caso di Cardoso e Forno Volasco, nelle Alpi Apuane, durante gli eventi del 19 giugno 1996", *Atti del Convegno "Piano di bacino dell'Arno e dissesto idrogeologico"*. Putignano Pisano (PI), 7/3/1997.
- AA.VV., *Gravissimi danni del Fiume di Seravezza in provincia di Massa e Carrara*. La Spezia, Tipografia di Palmiro Bini, 1926.
- ANPA-ARPAT, *19 giugno 1996: alluvione in Versilia e Garfagnana. Un caso di studio*. Firenze, Grafiche Il Fiorino 1998.
- A. ANNUNZIATI, A. FOCARDI, P. FOCARDI, S. MARTELLO e P. VANNOCCI, "Analysis of the rainfall thresholds that induced debris flows in the area of Apuan Alps-Tuscany, Italy (June 1996 storm)", *Atti Convegno "Mediterranean storms"*, Maratea, 14-16 ottobre 1999, pp. 485-493.
- ASCP – Archivio Storico Comunale di Pietrasanta, Filza Cancelliere Durazzi, C. 17, n. 136, 1774-1779, Pietrasanta (LU).
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME SERCHIO, "Gli eventi alluvionali del 9-13 giugno e 11 luglio 1992", *Quad. Autorità di Bacino del F. Serchio, suppl. al n. 0*, Lucca, S. Marco Litotipo, 1992.
- M. BARGHETTI, *La piena dell'Ottantacinque*, Ven. Arciconfraternita della Misericordia di Seravezza (LU), 1995.
- A. BARTELLETTI e C. NEPI, "L'alluvione in Versilia e Garfagnana del 19 giugno 1996", inserto redazionale al n. 3-4/96 di *Siacnotizie*, 10, 1996.
- C. BARTOLINI, M. BERNINI, G.C. CARLONI, A. COSTANTINI, P.R. FEDERICI, G. GASPERI, A. LAZZAROTTO, G. MARCHETTI, R. MAZZANTI, G. PAPANI, G. PRANZINI, A. RAU, F. SANDRELLI, P.L. VERCESI, D. CASTALDINI e F. FRANCAVILLA, "Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative", *Boll. Soc. Geol. It.*, 101, 1983, pp. 523-549.
- L. BORRINI, "Relazione della Deputazione Amministrativa del Consorzio Idraulico di 3° Categoria del Fiume Versilia", Stab. tipografico succ. Pisa, FF. Nistri, 1908.
- E. BOTTI, "Fiume Versilia. Alcune note sulla sua sistemazione con opere di 3° categoria", Seravezza (LU), Tipografia A. Boldrini, 1905.
- ID., "Studio per la correzione e sistemazione del Fiume Versilia", Seravezza (LU), Tipografia A. Boldrini, 1908.
- ID., E. ANDREOTTI e L. VIETINA, "Fiume di Seravezza o Versilia. Relazione tecnica sulla sua classificazione in 3° categoria", Pietrasanta (LU), Tipografia A. Santini, 1893.
- R.H. CAMPBELL, *Soil slips, debris flows and rainstorms in the Santa Monica Mountains and Vicinity, Southern California*, U.S. Geological Survey Professional Paper 851, 1975.
- P. CANUTI e N. CASAGLI, "Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana", *Atti Conv. "Fenomeni franosi e centri abitati"*, CNR-GNDICI – Regione Emilia-Romagna, Bologna, 27/5/1994, 1996, pp. 29-130.
- ID., ID., G. D'AMATO AVANZI, A. IOTTI, A. PUCCINELLI, U. TARCHIANI e M. TRIVELLINI, "Aspetti geomorfologici e condizioni di innesco dei fenomeni franosi verificatisi in Versilia e Garfagnana in occasione dell'evento alluvionale del 19/6/1996", *Conv. "Geoitalia"*. Bellaria (RN), 5-9 ottobre 1997 (riassunto).

- F. CAREDIO, "La frequenza degli eventi alluvionali nella Piana di Lucca dal 1946 ad oggi", *Mem. Accad. Lunig. Scienze "G. Cappellini"*, 64-65, 1994-1995 (1995a), pp. 79-94.
- ID., "Rischio alluvionale: l'esempio della Piana di Lucca sulla base degli eventi dal 1992 al 1994", *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie A*, 101, 1995b, pp. 109-122.
- ID., G. D'AMATO AVANZI, A. PUCCINELLI, M. TRIVELLINI, M. VENUTELLI E M. VERANI, "La catastrofe idrogeologica del 19/6/96 in Versilia e Garfagnana (Toscana, Italia): aspetti geomorfologici e valutazioni idrauliche", *Atti Conv. "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica"*. Alba (CN), 5-7/1/1996, 2, 1998, pp. 75-88.
- L. CARMIGNANI, P. CONTI, L. DISPERATI, P.L. FANTOZZI, G. GIGLIA E M. MECCHERI, *Carta Geologica del Parco delle Alpi Apuane. Sezioni Geologiche e Schemi Stratigrafico-strutturali delle Alpi Apuane*, 2 tavv. Parco Apuane, Firenze, Tip. S.El.Ca, 2000.
- A. CARRARA, B. D'ELIA E E. SEMENZA, "Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franososi", *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 20 (2), 1987, pp. 223-243.
- F. CASTELLI, B. MAZZANTI, E. CAPORALI E L. CASTELLANI, "Evento alluvionale del 19 giugno 1996 in Versilia-Garfagnana: aspetti meteorologici", *Atti Conv. "La difesa dalle alluvioni"*, Firenze, 4-5/11/1996, 1996, pp. 201-215.
- S. CAVAZZA, *Studio idrologico delle piene dell'area dell'ex Lago di Porta, del Torrente di Montignoso e del Fiume Versilia*, Regione Toscana, 1986.
- CNR-GNDCI, *Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e inondazioni*, Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane), voll. 1 e 2, pubblicazione CNR-GNDCI n. 1799, 1998.
- L. CODEBÒ, G. DELMONACO, C. MARGOTTINI, C. PUGLISI E S. SERAFINI, "La valutazione della suscettibilità da frana del versante di Cardoso (Versilia, Italia): uno strumento per le strategie di pianificazione e mitigazione del rischio", *Atti Convegno "Geoben 2000"*, Torino, 7-9 giugno 2000, pp. 405-414.
- COMUNE DI SERAVEZZA, "Servizio dell'Ingegnere Comunale del Comune di Seravezza", 20 novembre 1902, Archivio Storico Comunale di Seravezza (LU).
- D.M. CRUDEN E D.J. VARNES, "Landslides types and processes", in A.K. Turner, R.L. Schuster (eds.), *"Landslides. Investigation and mitigation"*, Transp. Research Board, Special Rept. 247, Nat. Acad. Press, 1996, 36-75.
- G. CUPPARI, "Sui progetti di sistemazione del Fiume Versilia studiati dagli Ingegneri E. Botti e A. Grotti. Relazione", Pisa, Stab. Tip. Succ. FF. Nistri, 1908.
- G. D'AMATO AVANZI, "Landslides triggered by the intense rainstorm of June 19, 1996 in the Southern Apuan Alps (Tuscany, Italy)", *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 20-3, 1999, pp. 203-218.
- ID., R. GIANNACCINI E A. PUCCINELLI, "Geologic and geomorphic factors of the landslides triggered in the Cardoso T. basin (Tuscany, Italy) by the June 19, 1996 intense rainstorm", *Atti 8<sup>th</sup> Int. Symposium on Landslides*, Cardiff, 26-30 giugno 2000, vol. 1, pp. 381-386.
- DRM-DÉLÉGATION AUX RISQUES MAJEURS, *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs. Secrétariat d'État du Premier Ministre chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs*, La Documentation Française, 1990.
- F. FEDERICI, *Meraviglie versiliesi dell'Ottocento*. Supplemento-estratto del numero di marzo del periodico "Versilia Oggi", Versilia Oggi Cooperativa arl, Querceta (LU), 1981.
- P.R. FEDERICI, "Stato attuale delle conoscenze geomorfologiche e geologiche del bacino del Massaciuccoli in Versilia (Toscana)", in *"Il bacino del Massaciuccoli"*, III, Pisa, Pacini, 1987, pp. 27-52.
- ID., "Lex Lago di Porta in Versilia (Toscana): la storia di una irresistibile pressione ambientale", *Mem. Soc. Geogr. It.*, LV, 1998, pp. 397-414.
- ID. E A. RAU, "Note illustrative della neotettonica del Foglio 96-Massa", in *"Contr. Prelim.*

- Real. Carta Neotett. d'It.*, CNR-Prog. Fin. Geodin., Pubbl. n. 356, 1980a, pp. 1365-1382.
- ID., "Note illustrative alla neotettonica del Foglio 104-Pisa", in "*Contr. Prelim. Real. Carta Neotett. d'It.*", CNR-Prog. Fin. Geodin., Pubbl. n. 356, 1980b, pp. 1383-1398.
- G. GIANNELLI, *La Bibbia del Forte dei Marmi*. Edizioni "Versilia Oggi", 1970.
- M. GOVI, "La pericolosità ed il rischio connesso a fenomeni franosi ed alluvionali", *Atti Workshop "Applicazioni di tecnologie nella conoscenza, nella previsione e nel pronto intervento in caso di movimenti franosi"*. CNR-IROE, Firenze, 5-6/11/1987. Fond. G. Ronchi, 62, 1988, pp. 90-98.
- ID. E P.F. SORZANA, "Landslide susceptibility as a function of critical rainfall amount in Piedmont Basin (North-Western Italy)", *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 14, 1980, pp. 43-60.
- M. GOVI, G. MORTARA E P.F. SORZANA, "Eventi idrologici e frane", *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 20 (2), 1985, pp. 359-375.
- IL TIRRENO, quotidiano di Livorno, varie date.
- LA NAZIONE, quotidiano di Firenze, varie date.
- N. LEGA E G. LEGA, *Fotostorie di Seravezza. Cento anni di storia per immagini. Primo album*, Massarosa, Tipografia Massarosa Offset, 1984.
- E. LEONARDI, *Il fiume di sassi. Perché tutti sappiano, perché nessuno dica di non sapere*, Basati (LU), Edizioni Il Vento Cercine, 1996.
- L'ILLUSTRAZIONE ITALIANA, Anno XII, n. 46, 15 novembre 1885.
- ID., Anno XXIX, n. 43, 26 ottobre 1902.
- P. MACCHIA, *La Versilia storica. Aspetti geografici di un piccolo sistema territoriale*, Pietrasanta (LU), Banca di Credito Cooperativo della Versilia, 1997.
- S. MARTELLO, F. CATANI E N. CASAGLI, "The role of geomorphological settings and triggering factors in debris flow initiation during the 19 June 1996 meteorological event in Versilia and Garfagnana (Tuscany, Italy)", *Atti 8<sup>th</sup> Int. Symposium on Landslides*, Cardiff, 26-30 giugno 2000, vol. 2, pp. 1017-1022.
- G. MENDUNI, R. ROSSO E M.C. RULLI, "A distributed slope stability model to study shallow landslides initiation in catchment characterized by low permeable soil", *Atti Convegno "River, coastal and estuarine morphodynamics"*, Genova, 6-10 settembre 1999, vol. 1, pp. 327-336.
- MUNICIPIO DI PIETRASANTA *Intorno alle cause e ai rimedi delle inondazioni*, Relazione della Commissione Consiliare del 30 dicembre 1885 e Deliberazione del Consiglio del giorno 8 gennaio 1886, Pietrasanta (LU), Tipografia A. Santini, 1886.
- D. ORLANDI, *La Versilia nel Risorgimento*, Roma, Edizioni "Versilia Oggi", 1976.
- S. PAGLIARA E C. VITI, "Historical floods and mathematical approach for the Versilia River basin", *European Geophysical Society, XXIV General Assembly*, The Hague (Netherlands), 19-23 april 1999, Pisa, ETS ed.
- C. PAOLICCHI, "La grande piena del 1885" in "*Versilia: duemila anni di marmo*", Livorno, Il Tirreno, 1989, pp. 85-96.
- E. PARIS, "Verifica idraulica del Fiume Versilia e dei suoi principali affluenti. Relazione Tecnica", Firenze, Regione Toscana, 1996.
- M. PINNA, *Climatologia*. Torino, Edizioni UTET, 1977.
- F. PRETI, E. PARIS E D. SETTESOLDI, "Evento alluvionale del 19 giugno 1996 in Versilia-Garfagnana: ricostruzione degli idrogrammi di piena", *Atti Conv. "La difesa dalle alluvioni"*, Firenze, 4-5/11/1996, pp 341-354.
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI - UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI PISA, *Annali Idrologici, parte I*. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- C. RAPETTI E F. RAPETTI, "Levento pluviometrico eccezionale del 19 giugno 1996 in Alta Versilia (Toscana) nel quadro delle precipitazioni delle Alpi Apuane", *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie A*, 103, 1997, pp. 143-159.

- F. RAPETTI e S. VITTORINI, "Le precipitazioni in Toscana: osservazioni sui casi estremi", *Riv. Geogr. Ital.*, 101, 1994, pp 47-76.
- G. SANSONI, "Fiume Versilia e Lago di Porta: una proposta coerente di gestione idraulica e naturalistica" *Atti del Convegno "Il Lago di Porta e il Versilia: sicurezza, ambiente e occupazione"*, Montignoso (MS), 5 novembre 1994.
- Id., "A due anni dall'alluvione", *Convegno "Il caso Italia, il caso Versilia: prevenzione, difesa del suolo, ricostruzione"*. Relazione introduttiva. Pietrasanta (LU), 19 giugno 1998.
- V. SANTINI, *Commentarii storici sulla Versilia Centrale, Vol. 3*, Pieraccini, Pisa; nella ristampa fotostatica curata dalla Tipografia Cooperativa di Consumo, Pietrasanta (LU), 1859.
- Id., *Commentarii storici sulla Versilia Centrale. Vol. 5*, Pieraccini, Pisa. Nella ristampa fotostatica curata dalla curata dalla Tipografia Cooperativa di Consumo, Pietrasanta (LU), 1861.
- G. SFORZA, *Memorie storiche di Montignoso scritte da Giovanni Sforza*, Lucca, per Bartolomeo Canovetti, 1867, pagg. 71-74, 140-147, 383-384.
- G. TARGIONI TOZZETTI, *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana. Vol. 6*, Stamperia Granducale, Firenze, 1773. Rist. anastat. Forni Editore, Bologna, 1971.
- A. TENERINI, "Chiare fresche dolci acque ... L'emergenza alluvione attraverso un breve percorso storico" in *La ricostruzione nell'emergenza. Il modello Versilia*, a cura di A. MANFREDI, Comunità Montana Alta Versilia, Pacini Editore, 2002, pp. 15-22.
- O. TONINI, "Relazione del Presidente del Comitato di Soccorso per gl'Inondati", 20 settembre 1885, Archivio Storico Comunale di Seravezza (LU), 1885a.
- Id., "I danni arrecati alla proprietà privata nel Comune di Seravezza dal nubifragio della notte dal 25 al 26 settembre 1885", Relazione del Presidente del Comitato di Soccorso per gl'Inondati, Pietrasanta, Tipografia A. Santini, 1885b.
- D. TROPEANO, "Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida. Studio retrospettivo", *Associazione Mineraria Subalpina, Quaderni di Studi e Documentazione*, suppl. a GEAM, 4, 1989.
- Id., M. CHIARLE, A. DEGANUTTI, G. MORTARA, A. MOSCARIELLO e L. MERCALLI, "Gli eventi alluvionali del 22 e 27 settembre 1992 in Liguria. Studio idrologico e geomorfologico" *Associazione Mineraria Subalpina, Quaderni di Studi e Documentazione*, 13, suppl. a GEAM, Torino, 1993, pp. 3-37.
- Id. e IAEG COMMISSION ON LANDSLIDES, *Landslide Hazard Zonation - A Review of the Principles and Practice*. UNESCO, Natural Hazards Series, 3, 1984.
- D.J. VARNES, "Slope movement types and processes", in R.L. Schuster, R.J. Krizek (eds.), *"Landslides analysis and control"*. Transp. Research Board, Special Rept. 176, Nat. Acad. of Sciences, 1978, pp 11-33.
- VERSILIA OGGI, periodico della Versilia, Querceta (LU), varie date.
- C. VITI, 1996 "Studio idrologico e idraulico di supporto alla redazione dello strumento urbanistico generale ai sensi della D.C.R.T. 230/94. Relazione", Comune di Montignoso (MS).

*Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università, Geologia Applicata*

SUMMARY: *Floods and landslides in the Apuan Alps (Tuscany, Italy): first results of a retrospective investigation in the Versilia River basin.* — In this paper, we present the most significant results of an archive investigation on the floods and landslides occurred in the Versilia River basin in the last centuries. The main purposes are to contribute to



in the assessment of the hydrogeological hazard in the Apuan-Versilian area as well as to collect useful data to catalogue disastrous events. Information on many past events was analyzed.

The research confirmed the vulnerability of the studied territory, which was emphasized by the tragic June 19<sup>th</sup>, 1996 hydrogeologic catastrophe. Other high severity events were identified in 1636, 1774, 1846, 1885 and 1902, together with a lot of less intense events, causing however sensible effects.

The events showed a tendency to recur in the same areas with a pronounced rise in frequency during the last centuries, likely depending on concurring factors: increased number and reliability of the information sources; increased attention to the damaging phenomena; springing up of the elements at risk; climate changes. In the Apuan-Versilian territory, the average frequency resulted of 1 sensible event every 4.2 years. Moreover, the collected data allowed a preliminary, but significant classification of the identified events; this classification was based on the event severity, deduced or estimated from the collected information. Finally, to better understand the peculiarities, a few of the most important events (years 1774, 1885 e 1902) were described in detail.

**RÉSUMÉ:** *Événements alluviaux et glissements de terrain dans les Alpes Apuanes (Toscane, Italie): premiers résultats d'une recherche rétrospective dans le bassin du fleuve Versilia.* — Dans ces notes sont illustrés les résultats les plus significatifs d'une recherche d'archive sur les événements alluviaux et glissements qui se sont vérifiés au cours des derniers siècles dans la zone du bassin de la fleuve Versilia. L'un des principaux objectifs est de contribuer à l'évaluation de l'hasard géologique de la zone apuo-versilienne et de recueillir des données utiles à la création d'un inventaire spécifique des événements calamiteux.

La recherche a confirmé la vulnérabilité de ce territoire, dramatiquement illustrée par la catastrophe hydrogéologique du 19 juin 1996, et a permis d'identifier d'autres événements d'une étendue comparable aux années 1636, 1774, 1846, 1885 et 1902, outre un nombre assez considerable d'événements moins intenses, mais ayant eu, toutefois, des effets significatifs.

Les événements ont indiqué, au-delà d'une certaine tendance à se répéter sur les mêmes zones, un accroissement accentué de la fréquence au cours des siècles derniers, vraisemblablement lié à des facteurs concomitants: augmentation du nombre et de la crédibilité des sources, plus grande attention posée aux phénomènes calamiteux, prolifération des éléments à risque, variation des conditions climatiques. Dans le bassin du fleuve Versilia la fréquence moyenne d'un événement sensible est de 4,2 années. De plus, les données recueillis ont permis une classification préliminaire mais significative des événements repérés, fondée sur leur intensité déduite ou estimée sur la base des documents analysés. Enfin, certains événements plus importants (1774, 1885 et 1902) ont été décrits avec un plus grand détail, pour mieux en comprendre les caractéristiques essentielles.

*Termini chiave:* Ricerca storica, alluvioni, frane, rischio idrogeologico, Versilia, Toscana.

[ms. pervenuto il 17 settembre 2002; ult. bozze il ...]

