

MARCO GIARDINO (*), CHIARA AUDISIO (**)

ANALISI STORICA E GEOMORFOLOGICA DI FENOMENI ALLUVIONALI IN AMBIENTE MONTANO: CASI DI STUDIO IN VAL SOANA (ALPI GRAIE, PIEMONTE)

ABSTRACT: GIARDINO M. & AUDISIO C., *Historical and geomorphological analysis of alluvial phenomena in the mountain environment: case-studies in the Soana Valley, (Graie Alps, Piemonte)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

The mountain environment is often interested by alluvial phenomena affecting both the main fluvial river and the tributary alluvial fans. In both cases, the consequences of paroxysmal events can be very dangerous for people and anthropic structures.

This study shows applications of an integrated methodology to support the geomorphological hazard assessment in a mountain environment. The methodology is based both on an historical and a geomorphological analysis of alluvial phenomena. The analysis of historical information defines the «historical/steady-state time» evolution of a phenomenon. The field analysis establishes the steps of the «geomorphological/dynamic time» and the spatial distribution of a phenomenon. So, the integrated analysis allows to get spatial/temporal information concerning processes and landform evolution of alluvial fans or mountain rivers.

The study area is in the Soana Valley (Turin province), in the Graie Alps, a typical alpine region of the North-Western Piemonte, near the Aosta Valley. The historical information and geomorphological data collection put in evidence a lot of paroxysmal alluvial events in the past (1654 and 1845 A.D.) and in recent times (1993 and 2000). In particular, the ancient events data allowed to establish the reactivation time of the alluvial fans; also allowed a comparison between morphodynamic processes along the Soana mountain river and damage typology for man-made structures during the last two alluvial events. In a first case-study, the integrated methodology allowed to reconstruct the geomorphological evolution of the Soana river, pointing out that the river's abrupt changes towards a braided pattern is not an exception linked to the stronger alluvial events, but the natural tendency of the Soana river. In the second case this methodology enables the spatial and temporal analysis of geomorphological activity along tributary torrents: this led to the definition of frequency, intensity and spatial distribution of paroxysmal phenomena of *debris flows* in the Soana Valley. The integrated methodology resulted as a very important tool for a better definition of alluvial hazards and for a future evolution outlook on morphogenetic processes of the mountain environment.

KEY WORDS: Alluvial fan, Debris flow, Historical analysis, Geomorphological mapping, Natural hazards, Graie Alps.

RIASSUNTO: GIARDINO M. & AUDISIO C., *Analisi storica e geomorfologica di fenomeni alluvionali in ambiente montano: casi di studio in Val Soana (Alpi Graie, Piemonte)*. (IT ISSN 1724-4757, 2005).

Lo studio fornisce un esempio di applicazione di una metodologia integrata per la definizione della pericolosità geomorfologica in ambiente montano. La metodologia è basata sull'analisi dei fenomeni alluvionali sia dal punto di vista dell'analisi storica che di quella geomorfologica. L'area studiata è ubicata in Val Soana, una tipica valle alpina posta nella parte settentrionale della Provincia di Torino, al confine con la Valle d'Aosta. La raccolta di informazioni storiche e geomorfologiche ha messo in evidenza una serie di eventi alluvionali sia nel passato più remoto (anni 1654 e 1845) che in tempi più recenti (1993 e 2000). In particolare, i dati relativi agli eventi passati hanno permesso di stabilire il tempo di riattivazione di alcuni conoidi, mentre per quanto riguarda i due eventi più recenti, l'analisi ha consentito il confronto tra i processi morfodinamici e la tipologia dei danni alle infrastrutture che si sono verificati lungo il T. Soana. In entrambi i casi, la metodologia si è rivelata estremamente utile per la definizione della pericolosità degli eventi alluvionali e per ipotizzare scenari evolutivi futuri dei fenomeni morfogenetici nell'ambiente montano.

TERMINI CHIAVE: Conoidi alluvionali, *Debris flow*, Analisi storica, Cartografia geomorfologica, Pericolosità, Alpi Graie.

INTRODUZIONE

I conoidi alluvionali rappresentano una sede preferenziale per l'insediamento e lo sviluppo dei centri abitati alpini data la loro accessibilità e la debole acclività della superficie topografica, assimilabile, in molti casi a quella di una pianura alluvionale. Spesso, però, nello sviluppo urbanistico sui conoidi ci si dimentica o non si è a conoscenza del fatto che questi elementi morfologici possono essere sede di ingenti fenomeni di trasporto solido in massa, con gravi conseguenze per le vite umane, per le strutture e/o infrastrutture antropiche.

Per questi motivi, diventa importante definire la pericolosità di tali forme, individuando una metodologia di lavoro che coniughi l'analisi geomorfologica con quella storica. Lo studio dei documenti reperiti presso gli archivi storici può infatti rivelarsi decisivo per l'individuazione de-

(*) *Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, via Valperga Caluso 35 - 10125 Torino.*

(**) *Collaboratrice CNR-IRPI Sez. di Torino, strada delle Cacce 73 - 10135 Torino.*

gli effetti sul territorio connessi con i principali episodi alluvionali e l'eventuale riattivazione dei conoidi principali: queste indagini possono convenientemente integrarsi alla raccolta delle informazioni geomorfologiche realizzate attraverso l'analisi fotointerpretativa e l'analisi di terreno.

L'analisi integrata può fornire utili indicazioni complessive sull'evoluzione spazio-temporale dei conoidi alluvionali. Attraverso l'analisi dei documenti di archivio si ottengono informazioni sull'evoluzione dei conoidi nel «tempo storico». Le analisi di terreno permettono da un lato di estendere la ricostruzione evolutiva al «tempo geomorfologico», dall'altro forniscono indispensabili indicazioni per quanto riguarda la distribuzione spaziale dei fenomeni. In particolare, prendendo in considerazione solo le forme ritenute significative per dimensioni, localizzazione e, soprattutto, per interazione con le infrastrutture antropiche, è possibile, anche in mancanza di dati storici precisi, la ricostruzione dei fenomeni intercorsi tra l'evento documentato e il momento attuale utilizzandoli per ipotizzare scenari evolutivi per il futuro.

Un'analisi integrata del tipo sopra descritto è stata applicata a un settore della Val Soana (Provincia di Torino), una valle laterale posta in sinistra idrografica della Valle Orco, nella parte settentrionale del Piemonte al confine

con la Val d'Aosta. La Val Soana (fig. 1) è costituita da un'asta principale e da due aste secondarie, poste entrambe in destra idrografica: da Nord a Sud, la Valle di Campiglia e la Valle di Forzo. L'intero versante destro della Val Soana è situato all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso. La scelta dell'area di indagine è caduta sulla Val Soana in quanto rappresenta una porzione di territorio che, sia nel passato più remoto (ad es. negli anni 1654 e 1845) sia in quello più recente (1993 e 2000), è stata colpita da eventi alluvionali di intensità elevata. Su quest'area sono state raccolte informazioni storiche e geomorfologiche, sono state inserite all'interno di un Sistema Informativo Territoriale, e ne sono state ricavate cartografie geomorfologiche di base e di sintesi interpretativa.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geologico, la Val Soana, situata nelle Alpi Graie piemontesi, al margine nordorientale del Massiccio del Gran Paradiso, costituisce una sezione naturale attraverso l'intera catena collisionale continentale alpina (Battiston & alii, 1984). Dall'esterno verso l'inter-

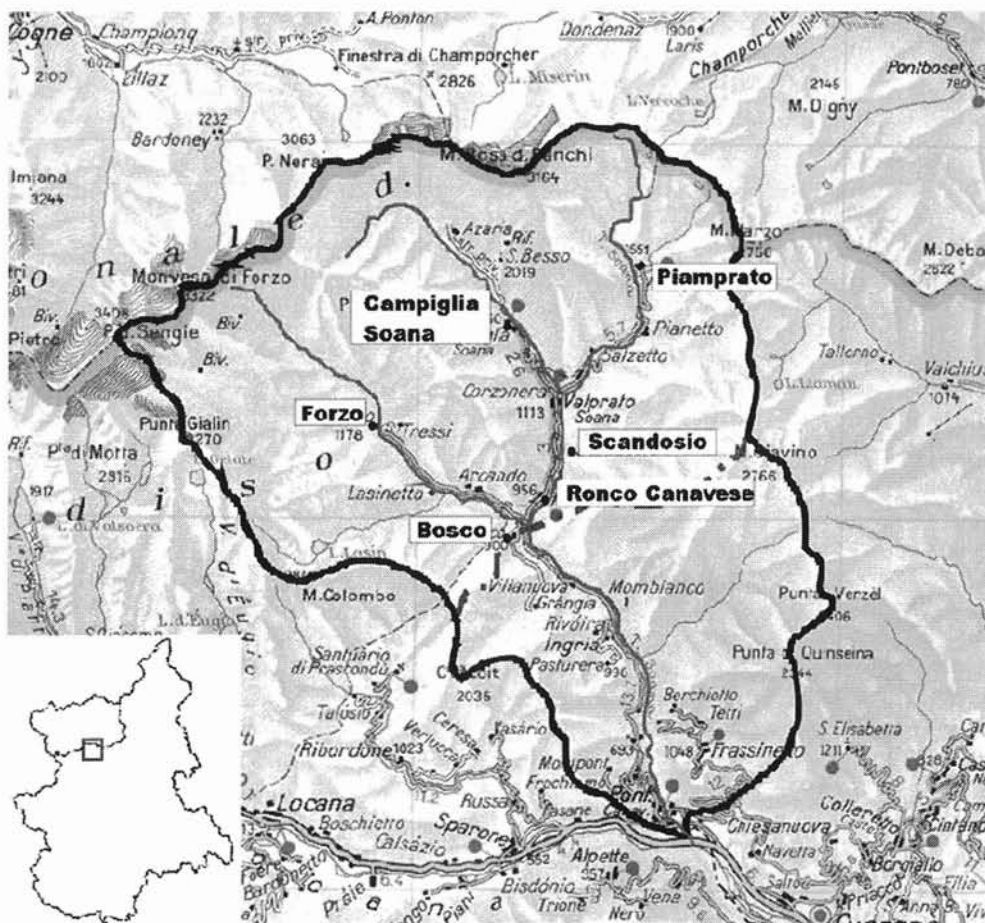


FIG. 1 - Vista generale della Val Soana. L'area interessata dallo studio è posta a Nord dell'abitato di Bosco.

no della catena sono esposte: la falda Pennidica superiore del Gran Paradiso; la Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi e il Lembo del Santanel e la Zona Sessia-Lanzo, questi ultimi appartenenti al Sistema Austroalpino.

Da un punto di vista geomorfologico l'assetto della valle è il risultato della sovrapposizione spazio-temporale, di processi legati ad una dinamica di tipo glaciale, gravitativa e fluviale. Il glacialismo ha imposto un condizionamento areale alle forme del rilievo, il modellamento fluviale condiziona l'attuale morfologia del fondovalle principale, i fenomeni gravitativi si manifestano con maggiore evidenza nei versanti dell'alta valle. Tra questi ultimi, il più evidente è quello che ha prodotto l'accumulo di frana che ostruisce la valle presso l'abitato di Piamprato (alta Val Soana): esso colma un esteso settore di fondovalle ed è responsabile della variazione nell'andamento planialtimetrico del corso d'acqua che a suo tempo portò alla «formazione di un bacino lacustre, ora completamente colmato» (Bocca & alii, 1995). Un altro accumulo di grosse dimensioni occupa il vallone del Rio Santanel, aprendosi a ventaglio sulla piana di Piamprato fino a ridosso dell'abitato (Bocca & alii, 1995). In generale, il fondovalle del Soana possiede un andamento pressoché rettilineo, con settori sufficientemente ampi da consentire al corso d'acqua di divagare, soprattutto lungo l'asta principale. Tali settori si alternano a tratti di ampiezza ridotta, condizionati dagli affioramenti del substrato roccioso, dalla presenza dei conoidi e/o accumuli di frana.

INFORMAZIONI SUGLI EVENTI STORICI

Il metodo di lavoro utilizzato, come anticipato in precedenza, si basa su un'analisi preliminare delle informazioni sui più antichi eventi naturali e di dissesto che hanno colpito la valle, già in passato oggetto di indagini specifiche (Bertolotti, 1873; Bertotti, 1982; Capello, 1977; Troisi, 1997); quindi sono state consultate le ultime pubblicazioni tecnico-scientifiche sui due eventi più recenti (settembre 1993 e ottobre 2000: Tropeano & alii, 1995; Tropeano & alii, 2000). Le informazioni sono state successivamente integrate da dati provenienti dai documenti conservati nell'archivio storico del CNR-IRPI di Torino e negli archivi storici comunali (Tropeano & Turconi, 2002).

I dati relativi agli eventi alluvionali del passato si sono rivelati particolarmente utili non solo per ricostruire una cronistoria dei maggiori eventi parossistici, ma soprattutto per individuare i tempi e le modalità di riattivazione dei principali conoidi della valle (tab. 1).

Le informazioni inerenti gli eventi del 1993 e 2000, invece, data la loro vicinanza nel tempo e la completezza di informazioni disponibile (comprendente tra l'altro documenti audiovisivi), hanno consentito un confronto dal punto di vista dei processi di attivazione e dei danni che hanno coinvolto le infrastrutture pubbliche e private.

Questo fatto ha consentito di sviluppare il lavoro su due direttrici diverse fra di loro: una riguardante la geomorfologia fluviale del corso d'acqua principale, con la ri-

TABELLA 1 - Rassegna degli eventi storici di colata detritico-torrentizia e flussi iperconcentrati nei conoidi della Val Soana. Le date in grigio rappresentano i principali eventi alluvionali della valle. Le località dove i fenomeni si sono ripetuti sono evidenziate. Fra parentesi la fonte dei dati: [1] Bertotti, 1982; [2] Troisi, 1997; [3] Archivi comunali; [4] Archivio IRPI; [5] Tropeano & alii, 1995 e 2000; [6] Lollino & alii, 2002; Audisio, 2002

Data [a/m/g] / evento	Corso d'acqua (Località) - Valle	Fenomeno
1654/07/08 [1] [2]	Rio Girlanda (Forzo) - Forzo Rio Colerina (Tressi) - Forzo * Rio Lasin (Lasinetto) - Forzo a) Rio Arcando (Arcando) - Forzo Rio Quandin (Quandin) - Forzo b) Rio Fattinaire (Bosco) - Forzo ** Rio Alpetta (Alpetta) - Soana c) Rio Servino (Scandosio) - Soana Rio Carteria (Boschietto) - Forzo Rio Buglietto (Boschietto) - Forzo Rio Nasassi (Boschietto) - Forzo Rio Chiappetto (Chiappetto) - Soana + Rio la Marmota (Santanel) - Piamprato Rio dell'Alpe di Centenaro (Betasse) Rio Oser (Cugnone) - Soana Rio Fantone (Posa) - Campiglia Rio Busiaire (Posa) - Campiglia	Probabile debris flow — Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Piena/Flusso iperconcentrato Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Piena/Flusso iperconcentrato Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow
1685[1] [2]	+ Rio la Marmota (Santanel) - Piamprato	Probabile debris flow
1705[1] [2]	c) Rio Servino (Scandosio) - Soana a) Rio Arcando (Arcando) - Forzo c) Rio Servino (Scandosio) - Soana	Probabile debris flow Probabile debris flow Probabile debris flow
1706[1] [2]	a) Rio Arcando (Arcando) - Forzo	Probabile debris flow
1710[1] [2]	Boschietto e Boschettiera - Forzo	—
1900/08/23-24 [3]	** Rio Alpetta (Alpetta) - Soana ++ Rio Nivolastrò (Nivolastrò) - Soana b) Rio Fattinaire (Bosco) - Forzo	Probabile debris flow Probabile debris flow Piena/flusso iperconcentrato
1907/10/09-10 [3]	* Rio Lasin (Lasinetto) - Forzo ++ Rio Nivolastrò (Nivolastrò) - Soana ** Rio Alpetta (Alpetta) - Soana Rio Costa (Quandin) - Forzo	— Probabile debris flow Probabile debris flow —
1965[4]	* Rio Lasin (Lasinetto) - Forzo	Piena/Flusso iperconcentrato
1977/10/07-08 [4]	a) Rio Arcando (Arcando) - Forzo	Probabile debris flow
1993/09/22-24 [5]	* Rio Lasin (Lasinetto) - Forzo = Rio Santanel (Piamprato) - Piamprato +++ Rio Giasetto (Piamprato) - Piamprato c) Rio Servino (Scandosio) - Soana	Piena/Flusso iperconcentrato Piena/Flusso iperconcentrato Piena/Flusso iperconcentrato Flusso iperconcentrato/debris flow
2000/10/14-16 [5]	= Rio Santanel (Piamprato) - Piamprato +++ Rio Giasetto (Piamprato) - Piamprato Rio Ronchietto (Ronchietto) - Soana b) Rio Fattinaire (Bosco) - Forzo	Piena/Flusso iperconcentrato Piena/Flusso iperconcentrato Flusso iperconcentrato debris flow
2001/07/15[6]	a) Rio Arcando (Arcando) - Forzo	Flusso iperconcentrato

costruzione dell'andamento del Soana nel corso del tempo; l'altra inerente i corsi d'acqua secondari, con la ricostruzione dell'evoluzione di alcuni conoidi da un punto di vista storico e geomorfologico.

RICOSTRUZIONE DELL'ANDAMENTO DELLA MORFOLOGIA FLUVIALE

Per effettuare la ricostruzione della morfologia fluviale, è necessario prendere in considerazione un tratto di fondovalle sufficientemente ampio, nel quale il corso d'acqua abbia la possibilità di «spostarsi». Considerando ad esempio la porzione compresa tra i comuni di Ronco

Canavese e Valprato Soana, presso l'abitato di Chiò, è possibile trarre alcune considerazioni a questo proposito. L'osservazione di antiche cartografie storiche (es. Carta degli Stati Sardi, levata del 1820) ed il confronto multitemporale fra cartografie successive riguardanti la stessa area (es. diverse edizioni della cartografia IGM, Carte Tecniche Regionali), ha permesso interessanti considerazioni sulla tendenza evolutiva naturale del T. Soana nel tratto considerato. Ad esempio, presso Ronco, le carte più antiche (fig. 2a) mostrano l'evoluzione di un alveo ad isole fluviali. Al contrario, la cartografia più recente non sembra confermare questa tendenza, anche se l'andamento delle isoipse se osservato ad una scala di maggiore dettaglio (fig. 2b) in alcuni punti evidenzia la probabile presenza di alvei abbandonati.

A conferma di ciò, dall'analisi della geomorfologia fluviale condotta in seguito ai due eventi alluvionali più recenti, a partire da rilevamenti di terreno (Innocenti, 1995, 1997; Audisio, 2002), appare evidente come, nello stesso tratto della valle, il Soana assuma un andamento di tipo *braided* (figg. 3a e 3b).

Le figure evidenziano come la morfologia fluviale sia passata da un alveo ad un'unica sezione di deflusso (individuabile sulla base topografica) a più canali di deflusso (aree retinate, descritte in legenda), con la riattivazione di due alvei secondari, attualmente ancora attivi. Questo mutamento si inserisce in una tendenza evolutiva del corso d'acqua che sottende un aumento dell'energia a disposizione dello stesso. Questo fatto va messo in relazione con al-

cune variazioni morfologiche avvenute nel bacino a monte: le indagini svolte offrono alcune possibili interpretazioni alle cause di queste variazioni. Innanzitutto la progressiva occupazione antropica del fondovalle nel tempo ha «costretto» il corso del T. Soana in una fascia via via più ristretta, questo ha determinato l'aumento dell'energia del flusso idrico; di conseguenza anche la tipologia di materiale trasportato è cambiata, soprattutto rispetto alle granulometrie caratteristiche di un corso d'acqua a isole fluviali come quello illustrato nella Carta degli Stati Sardi (fig. 2a). Nei tratti di fondovalle sufficientemente ampi, come quello preso in considerazione, l'energia del corso d'acqua viene dissipata e il materiale depositato secondo meccanismi di *streamflow* con la conseguente formazione di nuovi canali fluviali.

Pertanto, durante entrambi gli eventi alluvionali più recenti si sono verificati profondi fenomeni di erosione spondale e di fondo con intensi alluvionamenti. L'erosione di sponda, verificatasi probabilmente con le stesse modalità sia nel 1993 che nel 2000, in entrambi i casi ha determinato in sponda destra il danneggiamento dell'infrastruttura viaria (S.P. 47), pressoché negli stessi punti, e l'innescò di un'ampia frana in sponda sinistra; quest'ultima ha minacciato un pilone dell'elettrodotto e messo in luce l'intera sezione stratigrafica del conoide di Scandosio.

Nel 1993 i fenomeni di erosione e alluvionamento, ma in particolare un fenomeno di trasporto in massa lungo il Rio Servino (affluente in sinistra orografica del Soana tra le

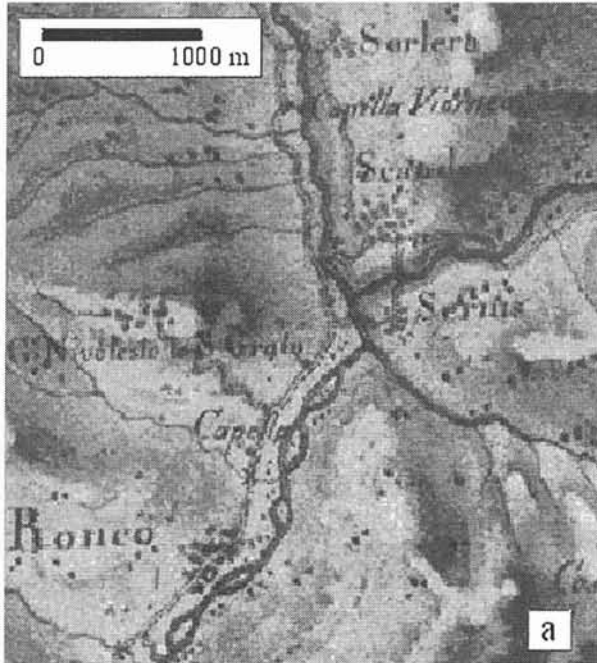


FIG. 2a - Tratto del T. Soana presso l'abitato di Chiò (Carta degli Stati Sardi del 1820).

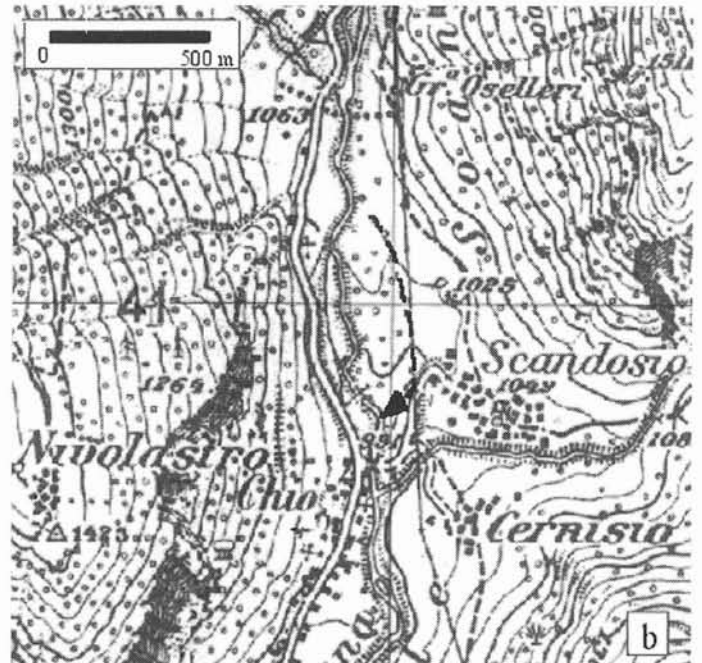


FIG. 2b - Tratto del T. Soana presso l'abitato di Chiò (IGM - Revisione del 1968); la linea tratteggiata indica un alveo abbandonato del T. Soana, evidenziato dalle isoipse e riattivato durante gli eventi alluvionali del 1993 e del 2000 (figg. 3a e 3b).

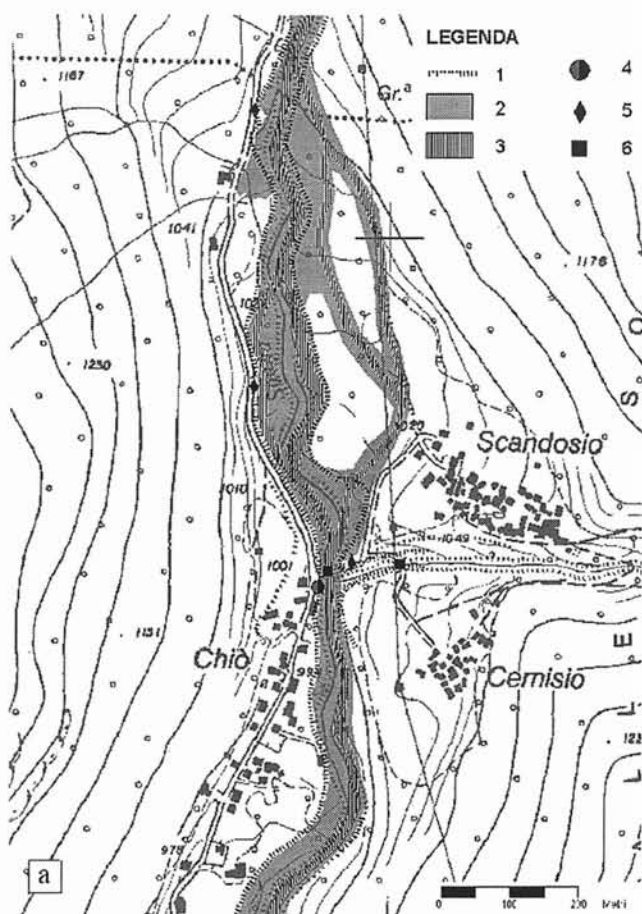


FIG. 3a - Tratto del T. Soana presso l'abitato di Chiò dopo l'evento alluvionale del 23-24 settembre 1993. Cartografia: C.T.R. Piemonte (1991).

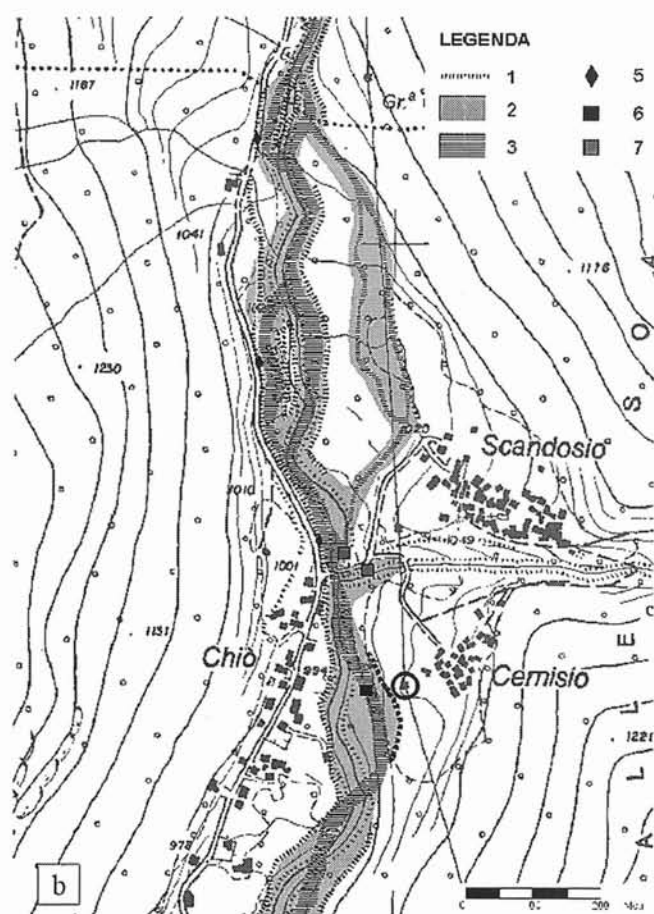


FIG. 3b - Tratto del T. Soana presso l'abitato di Chiò dopo l'evento alluvionale del 14-16 ottobre 2000. Cartografia: C.T.R. Piemonte (1991). La linea puntinata indica la nicchia di distacco della frana.

LEGENDA: 1) profonde erosioni di sponda; 2) area caratterizzata da intensa mobilitazione di sedimenti (ghiaie e ciottoli); 3) alveo del Soana durante l'evento; 4) edificio danneggiati; 5) infrastruttura viaria danneggiata; 6) infrastruttura distrutta; 7) infrastruttura danneggiata. La linea puntinata indica la nicchia di distacco della frana attivatasi durante l'evento del 2000 e il cerchio, il pilone dell'alta tensione minacciato.

borgate di Scandosio e Cernisio) hanno causato l'asportazione di due ponti colleganti le borgate con la strada provinciale, danneggiando anche alcuni edifici posti in sponda destra al Soana. Nel 2000 i danni maggiori hanno riguardato soprattutto le infrastrutture di protezione delle sponde costruite dopo l'evento del 1993. Le scogliere e le opere di difesa realizzate sono state o seriamente danneggiate o totalmente asportate dal corso d'acqua in piena; i fenomeni osservati, in questo caso, non sono stati solo di erosione spondale ma soprattutto di fondo, con un abbassamento stimato del letto fluviale fino a 5-6 m (Luino & alii, in stampa). La distribuzione e le caratterizzazioni degli eventi storici avvenuti nel periodo tra il 1654 e il 1900, seppure approssimativa, sembra indicare che fenomeni simili si siano verificati negli stessi punti, con danni minori rispetto agli attuali, grazie anche alla allora ridotta antropizzazione e urbanizzazione dell'area.

RICOSTRUZIONE STORICO-GEOMORFOLOGICA DELL'EVOLUZIONE DI UN CONOIDE

Il confronto storico-geomorfologico trova la sua migliore applicazione su un conoide dato che, spesso i fondovalle sono troppo antropizzati per conservare delle forme geomorfologiche per lungo tempo. A titolo di esempio è stato scelto il conoide di Bosco, posto alla confluenza tra il T. Forzo e il T. Soana. Il motivo di questa scelta è dovuto: a) alle dimensioni rilevanti dello stesso, che offre una buona disponibilità di dati di terreno; b) alla sua particolare configurazione geomorfologica, con articolazioni interne ben riconoscibili; c) alla presenza di depositi ben caratterizzati sulla superficie del conoide; d) alla sua riattivazione in occasione dell'evento «isolato» del 15 Luglio 2001.

La ricerca storica ha evidenziato come «nella regione detta del Bosco... diversi siti pieni di mucchij di pietre le une

sopra le altre state trasportate... nell'anno 1654... si vedono alcuni brachij de Rivi, e particolarmente uno del Ritano detto Fachinario [Fattinaire], dal quale sono pur state trasportate quantità di pietre... abburato g. 6,64... nella regione di Fachinario, s.c.t.v. descender dalla montagna detta Fachinario un Rivo pur denominato Fachinario, il letto del quale si vede straordinariamente dilatato... et dalla parte destra descendendo all'ingiù si vedono continuati cumuli di grossissimi sassi gl'uni sopra gl'altri... corrosio e danneggiato g. 40,36... una frazione di Ronco [Fattinera] fu rasata al suolo, benchè fosse in alto al disopra di un piccolo Ospizio di frati; case, chiesetta, tutto fu travolto... Non è molto da che il battacchio della campana di detta chiesetta fu dissotterrato nel cantone Boschi...» (Bertolotti, 1873; Martelli & Vaccarone, 1889). Questo episodio, in particolare, ha assunto nella valle una connotazione quasi leggendaria. La borgata che venne distrutta durante l'evento (forse un *debris flow*) era la frazione Fattinera, situata a monte di Convento, all'imbocco del Vallone di Forzo. Durante l'evento tutti gli abitanti, poco meno di trecento persone, morirono, dice la leggenda, puniti per la loro superbia e per le loro numerose prepotenze: l'ira di Dio si era abbattuta sugli uomini dei «Fatti neri», e ciò spiega il toponimo della frazione (AA.VV., 1997). Le ricerche storiche non riportano altre riattivazioni del conoide, ad eccezione dell'alluvione del 23-24 Agosto del 1900 («... Rivo Fatinaire... il quale... avendo disalveato, ora costituisce una minaccia per il ponte e pel rilevato stradale...» - Archivio di Ronco, R. Ufficio del Genio Civile di Torino).

Il 15 Luglio 2001, in seguito ad un episodio temporalesco che ha coinvolto solo la parte bassa della Valle di Forzo, ai piedi della parete rocciosa a q. 2.050 m lungo il

Rio Ciarmetta, si è prodotto un distacco di roccia e detrito. Tale franamento, inizialmente innescatosi come *soil slip*, si è successivamente evoluto come *debris flow* lungo tutto il tratto di canale ospitante sino alla confluenza con l'asta principale del Rio Fattinaire (fig. 4), anch'esso in piena parossistica (Lollino & alii, 2002). La colata ha causato la rimozione del materasso detritico alluvionale lungo tutta l'asta del rio fino alla confluenza con il Forzo, con movimentazione di massi anche di grosso diametro (dell'ordine del metro) e la deposizione di materiale lungo le sponde dell'alveo (fig. 5), nella sezione a monte dell'apice. In prossimità di quest'ultimo, parte del materiale è fuoriuscita dall'alveo sul lato sinistro, nel settore apicale si sono concentrati i massi più grossi (fino al metro di diametro), mentre lungo il sottostante pendio prativo sono rimaste tracce evidenti delle acque straripate miste al deposito fine (fig. 6).

L'analisi geomorfologica del conoide, effettuata tramite un rilevamento di terreno condotto alla scala 1:2.500 (fig. 7), ha messo in evidenza la presenza, in particolare nella parte distale, di numerosi alvei abbandonati molto probabilmente inattivi, data la notevole presenza di vegetazione. La caratteristica principale del conoide, però, è l'abbondante presenza sulla superficie di materiale di dimensioni piuttosto variabili, sia in sponda destra sia in sinistra. La forma di questi accumuli è prevalentemente lobata. Il materiale, privo di matrice fine, comprende blocchi di dimensioni plurimetriche, subangolosi; i clasti di dimensioni minori sono posti in posizione interstiziale rispetto ai blocchi maggiori. Sia sulla porzione destra sia su quella sinistra del conoide gli accumuli sono vegetati e mostrano un notevole grado di alterazione. Blocchi di di-

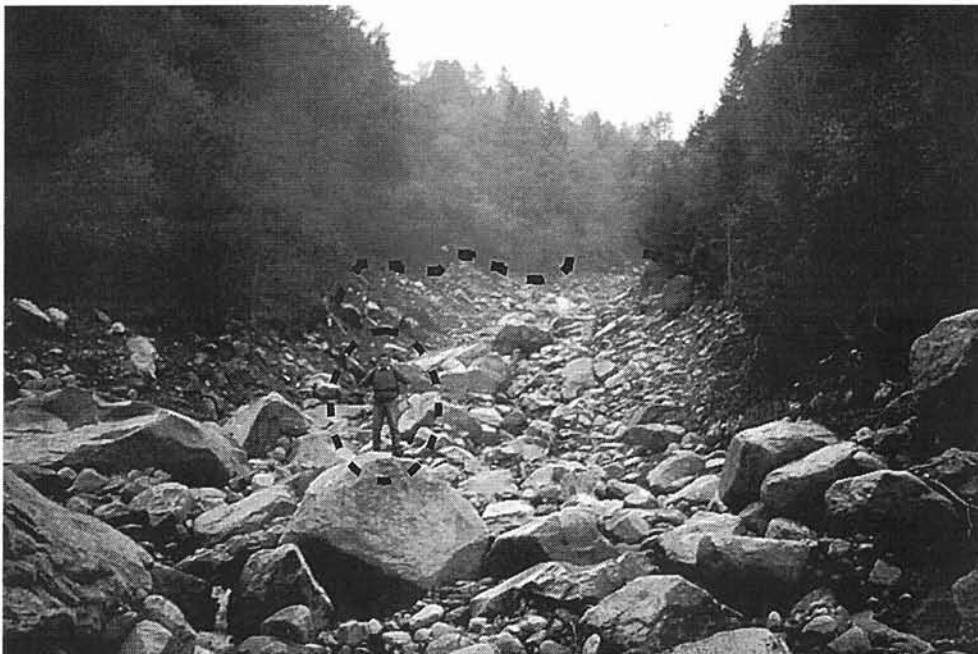


FIG. 4 - Tipico solco di erosione di un *debris flow* lungo il Rio Fattinaire durante l'evento del 15 luglio 2001. La persona sul masso dà un'idea del volume di materiale mobilizzato.

FIG. 5 - Sedimenti grossolani depositati lungo il Rio Fattinaire durante l'evento del 15 luglio 2001. Si può osservare l'imbricazione dei clasti e lo spessore dei sedimenti.

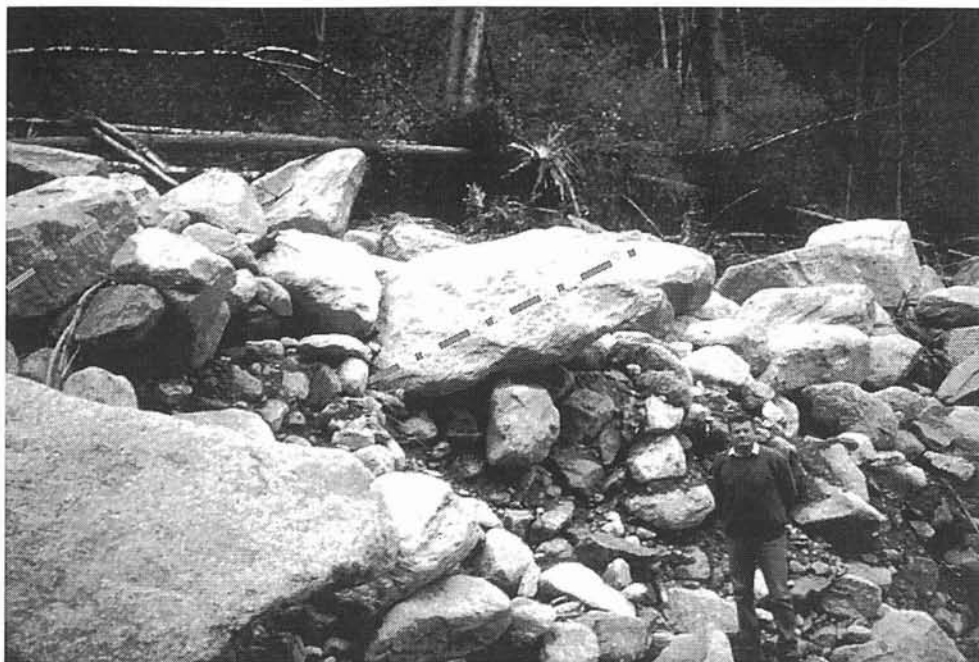


FIG. 6 - Foto aerea del conoide di Bosco dopo l'evento del 15 luglio 2001. La linea tratteggiata indica il settore apicale nel quale il flusso è fuoriuscito dall'alveo. Sul pendio erboso è possibile vedere il flusso di acqua e sedimento (Foto di Tropeano & Turconi in Lollino & alii, 2001, modificata).

mensioni eccezionali (sino a quattro-cinque metri di diametro) sono stati rinvenuti presso l'abitato di Bosco a partire da quota 945 m verso valle; le dimensioni diminuiscono verso l'abitato.

Lungo il corso d'acqua attuale, tra le quote 945 e 935 m sono presenti degli accumuli di forma lobata, in cui i clasti hanno dimensioni da pluridecimetriche a metriche,

sono subangolosi e non presentano alcuna alterazione. Si tratta di depositi legati all'ultimo evento e si può osservare una gradazione del sedimento di tipo inverso in cui i clasti di dimensioni minori sono alla base e quelli di dimensioni maggiori al tetto. In questo caso la percentuale di matrice fine è piuttosto elevata perché non ancora stata dilavata dal corso d'acqua e dagli agenti atmosferici.

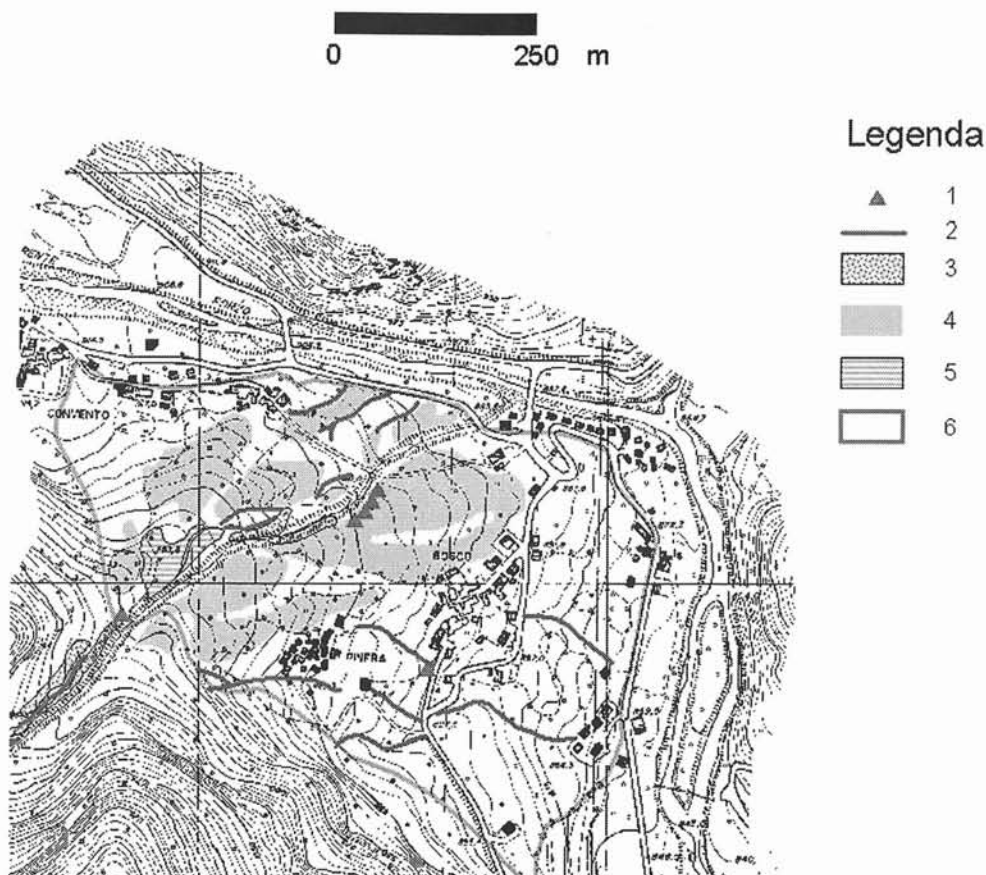


FIG. 7 - Carta geomorfologica semplificata del Conoide di Bosco.

LEGENDA: 1) blocco roccioso di dimensioni rilevanti; 2) alvei abbandonati; 3) argini legati a *debris flow*; 4) lobi di *debris flow*; 5) area a forte modellamento antropico; 6) limite del conoide.

Gli accumuli presenti sulla superficie del conoide sono quindi interpretabili come i resti di diversi lobi da colata nei quali la matrice fine è stata completamente dilavata. Purtroppo finora non è stato possibile stabilire un'età per le diverse colate. Le informazioni storiche rimandano soltanto all'evento del 1654; altri metodi come lichenometria e dendrocronologia non hanno trovato applicazione (Audisio, 2002).

Per quanto riguarda gli accumuli con blocchi rocciosi di dimensioni superiori ad alcuni metri di diametro, vi sono diverse possibili interpretazioni. La più verosimile è che si tratti di depositi residuali di origine glaciale che costituirebbero il nucleo del conoide sul quale si sono poi depositati nel tempo i sedimenti derivati dalle diverse colate.

CONCLUSIONI

Gli studi effettuati hanno evidenziato l'importanza dell'interazione tra l'analisi temporale, compiuta attraverso la ricerca storica, e l'analisi spaziale, effettuata grazie al rilievo geomorfologico, al fine di definire la tipologia e la magnitudo dei processi alluvionali in ambiente di fondovalle e di conoide.

Nel caso della Val Soana, l'utilizzo di una metodologia integrata di lavoro ha consentito la ricostruzione geomorfologica dei fenomeni che si sono verificati nel corso dei secoli, evidenziando come alcune drastiche modificazioni del corso d'acqua principale verificatesi in seguito ad eventi parossistici, facciano parte in realtà della normale tendenza evolutiva del T. Soana e non siano legate all'intensità degli ultimi eventi alluvionali.

Allo stesso modo, l'analisi spazio-temporale dei fenomeni connessi ai corsi d'acqua tributari ha consentito di definire meglio la frequenza, l'intensità e la distribuzione spaziale con cui questi processi si verificano in Val Soana, recuperando informazioni di cui spesso si perde la memoria storica.

In entrambi i casi, l'utilizzo di un simile metodo di lavoro può essere considerato un valido ausilio per una più accurata pianificazione territoriale in ambienti montani, spesso interessati da fenomeni parossistici. Infatti, dalla ricerca storica si ricavano indicazioni sull'intensità dei processi e la conseguente frequenza degli stessi nel corso del tempo. L'analisi geomorfologica consente la ricostruzione spaziale dei fenomeni evidenziandone la magnitudo espressa dalla superficie del territorio interessata e da altri parametri morfometrici. Di conseguenza, l'integrazione dei due tipi di indagine concorre ad una migliore definizione della pericolosità dei processi alluvionali.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (1997) - *Sui sentieri della Val Soana*. CDA Torino, 175 pp.
- AUDISIO C. (2002) - *Analisi geomorfologica dei conoidi di deiezione della Val Soana*. Tesi di laurea, Univ. degli Studi di Torino, 240 pp. (Inedito).
- BATTISTON P., BENCIOLINI L., DAL PIAZ G.V., DE VECCHI G., MARCHI G., MARTIN S., POLINO R. & TARTAROTTI P. (1984) - *Geologia di una traversa dal Gran Paradiso al Sesia - Lanzo in alta Val Soana*. Mem. Soc. Geol. It., 29, 209-232.
- BERTOLOTTI A. (1873) - *Passeggiate nel Canavese*. Tomo IV, edito ad Ivrea dalla tipografia F.L. Curbis.
- BERTOTTI M. (1982) - *Appunti storici e corografici sulla valle Soana nei secoli XV e XVIII*. Corsac, Cuorgnè.
- BOCCA P., CARRARO F. & FORNO M.G. (1995) - *Fenomeni gravitativi nell'alta Val Soana (TO)*. Mem. Soc. Geol. It., 50, 45-58.
- CAPELLO C.F. (1977) - *Archivio storico-topografico delle valanghe italiane*. Vol. II, Provincia di Torino - Università di Torino.
- INNOCENTI M. (1995) - *Indagine geomorfologica e idrogeologica finalizzata alla formulazione del parere di cui al 1° comma dell'art. 9 bis della L.R. Dicembre 1997 n° 56 e s.m.i. in relazione ai danni conseguenti all'evento alluvionale del 22-25 Settembre 1993, Comune di Ronco Canavese*. (Inedito).
- INNOCENTI M. (1997) - *Relazione geologica generale, geomorfologica e idrologica del Piano Regolatore Generale Comunale di Ronco Canavese*. 35 pp. (Inedito).
- LOLLINO G., TROPEANO D. & TURCONI L. (2002) - *Sintesi degli eventi di piena e frana avvenuti nell'anno 2001 in Italia Nord Occidentale*. GEAM, 105, 27-43.
- LUINO F., BALESTRO M., INNOCENTI M., QUAGLILO P. & AUDISIO C. - *Analisi comparata degli eventi alluvionali del settembre 1993 e dell'ottobre 2000 nell'alta Val Soana (TO): considerazioni sui processi naturali, sugli effetti e sui lavori di sistemazione idraulica*. Giornate di Studio su «La Difesa Idraulica del Territorio 2003», Trieste, 10-12 Settembre 2003 (in stampa).
- MARTELLI & VACCARONE (1889) - *Guida delle Alpi Occidentali*. Vol. II - Graie e Pennine, Parte Prima: le Valli di Lanzo e del Canavese.
- TROISI C. (1997) - *Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturale nelle valli dei torrenti Orco e Soana, Alto Canavese, Provincia di Torino*. Pubblicazione della Regione Piemonte. Settore prevenzione del rischio meteorologico e sismico. Quaderno n° 7, 90 pp.
- TROPEANO D. & TURCONI L. (2002) - *Ricerca storica effettuata nell'ambito dello studio idraulico dei bacini dei torrenti Orco, Soana e Bordone*. Comunità Valli Orco e Soana, 120 pp. Inedito.
- TROPEANO D., ARATTANO M., DEGANUTTI A.M., LUINO F., CIARMATORI L. & DUTTO F. (1995) - *L'evento alluvionale del 23-25 Settembre 1993 in Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta. Aspetti idrologici e geomorfologici*. Quaderni di studi e documentazione n° 18, suppl. a GEAM, 32 (2-3), 1-43.
- TROPEANO D., LUINO F. & TURCONI L. (2000) - *Evento alluvionale del 14-15 ottobre nell'Italia Nord-Occidentale. Fenomeni ed effetti*. GEAM, 101 (4), 203-216.