

FIGURA 38 - Conoide del Torrente Renanchio. Delimitazione dell'area sovralluvionata in seguito all'evento parossistico del 22 settembre 1981. Il retino più scuro rappresenta detriti grossolani e ciottoli immersi in matrice sabbiosa. Il retino più chiaro evidenzia invece la massa fluida granulometricamente più fine. Le frecce individuano due antichi canali di deflusso parzialmente o totalmente riattivati durante il processo di trasporto in massa.

bilitati durante l'evoluzione ed il progredire dei singoli eventi è favorita dalla particolare configurazione dell'asta, caratterizzata da alveo sovraelevato e pendente nel settore superiore, relativamente ampio e poco acclive nel tratto medio, molto pendente ed impostato prevalentemente in roccia nel tratto inferiore.

I materiali depositati sull'apparato di conoide provengono pertanto, in buona parte, dai settori più prossimi alla chiusura del bacino e vengono prelevati nella zona apicale, ove una brusca variazione di pendenza consente l'accumulo occasionale di materiale proveniente da monte.

#### *Il trasporto in massa del 22 settembre 1981*

L'attività parossistica del Torrente Renanchio si manifestò in modo più prominente sul conoide. L'accentuata erosione del fondo e delle sponde e la conseguente rimobilizzazione di materiale ivi depositatosi durante fasi precedenti, innescò un processo di trasporto in massa che determinò la temporanea e completa ostruzione della sezione di deflusso. Ne derivò

il dislivellamento del corso d'acqua su entrambe le sponde inducendo vistosi fenomeni di alluvionamento a scapito dell'abitato di Quincinetto,

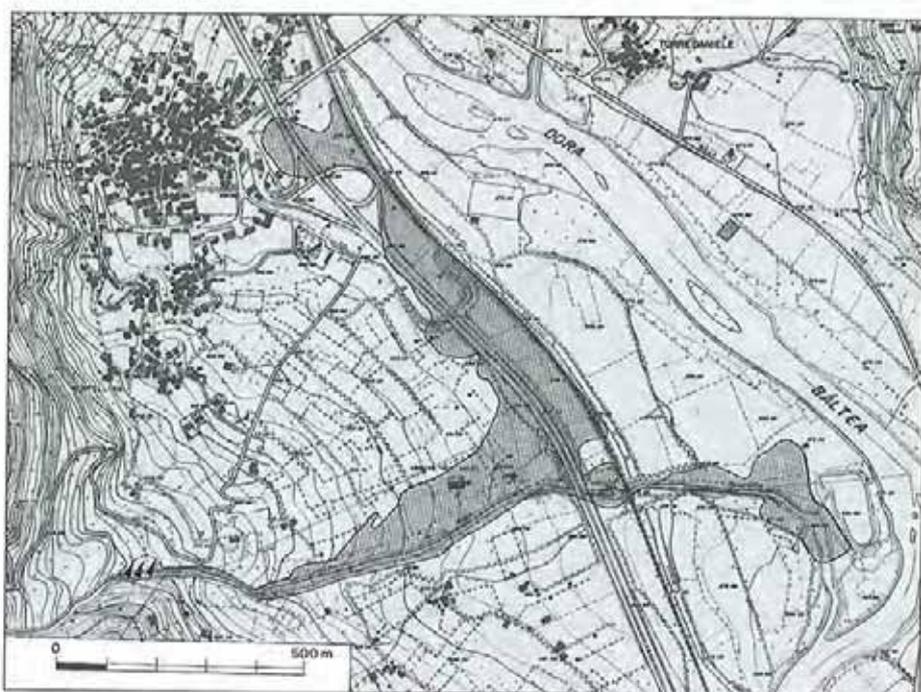


FIGURA 39 - Conoide del Torrente Renanchio. Delimitazione dell'area sovralluvionata in seguito all'evento parossistico del 24 settembre 1993. Il retino rappresenta materiali prevalentemente fini inglobanti detriti più grossolani. Si noti nel tratto mediano della conoide l'espansione delle masse fluidificate verso il settore sinistro dell'asta del Torrente Renanchio. L'erosione di sponda sinistra nel settore apicale della conoide (frecce nere) pone in evidenza la tendenza del corso d'acqua a riattivare il canale di deflusso ubicato sul fianco sinistro in direzione del centro abitato di Quincinetto.

lesionando diversi edifici ed asportando interi tratti stradali.

La massa caotica di sedimenti nel corso del progredire dell'evento interessò il settore destro in direzione delle regioni Mantellina, Prelle e Molino ed il settore sinistro in direzione di Tavagnasco, ove attivò un vecchio canale di deflusso. Un secondo antico canale di deflusso ubicato nelle vicinanze della zona apicale e nel settore centrale del conoide, fu solo marginalmente coinvolto (figura 38).

I materiali più grossolani vennero depositati nei settori più elevati dei due rami di espansione della massa detritica mentre la "matrice più fine" andò ad alluvionare i settori meno elevati di raccordo del conoide con il fondo valle. Il *debris flow* manifestatosi attraverso più pulsazioni ricoprì il conoide con apporti solidi di diverse migliaia di metri cubi occupando un'area di circa 0,53 km<sup>2</sup>. La colata detritica ostruì parzialmente i ponti prossimi all'autostrada e della linea ferrata e sommerse in più punti lo svincolo autostradale e tratti dell'autostrada stessa.

L'espandimento della colata verso il

fianco destro, nel settore mediano del conoide, fu causato da diversi fattori, quali: la tracimazione della sponda destra del torrente, verificatasi in un primo momento, nel tratto superiore in corrispondenza di una accentuata variazione di direzione dell'originaria asta; la concomitante parziale ostruzione dei ponti prossimi all'autostrada e il fenomeno di rigurgito indotto dalla massa fluida costretta a sottopassare il rilevato stradale attraverso un cunicolo ubicato a circa 250/300 m dal ponte autostradale in direzione di Ivrea.

#### *Il trasporto in massa del 24 settembre 1993*

Nella tarda mattinata del 24 settembre si è innescato un fenomeno di trasporto in massa (figura 39) alimentato soprattutto dai processi erosivi verificatisi in apice.

Gli interventi sistematori effettuati a seguito dell'evento del settembre 1981, hanno scongiurato il pericolo di riattivazione dell'antico canale di deflusso che interessa il fianco sinistro del conoide. Pur tuttavia, parte della sponda sinistra ubicata nel tratto apicale, ha mostrato evidenti segni di erosione segnalando la naturale tendenza del corso d'acqua a riappropriarsi, in conseguenza ad ingen-

ti apporti idrici, dell'antica direzione di deflusso; come, per altro, si verificò nel succitato evento del 1981. Nel settore sommitale, la colata di detrito, è stata quasi interamente contenuta all'interno dell'alveo approfondito ed ampliato dall'evento precedente.

Nel tratto mediano, invece, gli interventi sistematori realizzati a difesa della sponda destra al fine di salvaguardare gli edifici ivi presenti hanno condizionato l'evoluzione del processo.

La massa fluida, infatti, ha tracimato l'argine sinistro coinvolgendo maggiormente tale settore (foto 26).

I danni maggiori al centro abitato, si sono avuti in corrispondenza di due edifici posti poco a monte del ponte autostradale. Le ingenti quantità di materiale fluidificato, aventi granulometria sufficientemente uniforme (materiali prevalentemente fini inglobanti detriti più grossolani), hanno scavalcato l'impalcato del ponte posto a ridosso dell'autostrada, a causa dell'inadeguata luce idraulica dello stesso, invadendo e sommergendo parte della strada comunale che corre ad essa parallela.

I materiali più fini e più mobili hanno raggiunto sia la sede autostradale, sia lo svincolo, provocando l'interruzione temporanea della viabilità. L'intera colata ha occupato un'area pari a circa 0.23 km<sup>2</sup>.

## 5.5. Valli del Canavese (To)

I paragrafi seguenti descrivono processi ed effetti dell'evento alluvionale lungo le aste dei torrenti Orco e Soana.

I dati storici della Banca Dati Geologica segnalano che le valli alpine dei torrenti Orco e Soana sono tra quelle che, sul territorio piemontese, hanno subito con maggior frequenza pesanti effetti da parte di eventi alluvionali. I documenti a disposizione indicano eventi di piena negli anni: 1030; 1533; 1540; 1600; 1627; 1649; 1653; 1654; 1666; 1667; 1669; 1685; 1686; 1693; 1697; 1698; 1705; 1706; 1711; 1716; 1718; 1726; 1728; 1729; 1744; 1755; 1758; 1759; 1762; 1763; 1769; 1772; 1776; 1780; 1791; 1792; 1811; 1825; 1839; 1840; 1842; 1845; 1846; 1855; 1856; 1900; 1908; 1946; 1947; 1957; 1958; 1960; 1977; 1978; 1981; 1985; 1986.

La piena del 1030 avrebbe distrutto parte di Cuornè (Bertolotti, 1873) quella del 1540 distrusse un quarto dei coltivi (Marruchi, 1545); molte delle piene sopra citate furono disastrose (Bertolotti, 1982).

Nel complesso, sulla base dei dati disponibili, le valli Orco e Soana appaiono interessate da eventi alluvionali di un certo rilievo con cadenza media di circa 10 anni. Il paragrafo 5.5.3 riporta un'analisi di alcuni dati storici di piena relativi al T. Orco.

I paragrafi seguenti si riferiscono essenzialmente ai processi ed ai principali effetti lungo le aste torrentizie principali (figura 40). In tutta l'area le piogge prolungate hanno inoltre provocato danni, anche gravi, alle reti stradali locali ed alle reti fognarie ed acquedottistiche.

### 5.5.1. TORRENTE SOANA (C. Troisi)

La valle Soana si sviluppa a nord di Pont Canavese (TO). Il tratto inferiore della valle scorre profondamente inciso tra sponde in roccia. I tratti medio e superiore, includendo i rami del T. Forzo e del T. Campiglia, presentano invece sviluppo di depositi alluvionali di fondovalle, prevalentemente in destra idrografica.



Foto 26 - Conoide del Torrente Renanchio, settore di raccordo con fondovalle. Sono visibili in sponda sinistra le due abitazioni lesionate, la strada comunale alluvionata e l'espansione della colata nel tratto compreso tra l'autostrada ed il canale artificiale.

fianco destro, nel settore mediano del conoide, fu causato da diversi fattori, quali: la tracimazione della sponda destra del torrente, verificatasi in un primo momento, nel tratto superiore in corrispondenza di una accentuata variazione di direzione dell'originaria asta; la concomitante parziale ostruzione dei ponti prossimi all'autostrada e il fenomeno di rigurgito indotto dalla massa fluida costretta a sottopassare il rilevato stradale attraverso un cunicolo ubicato a circa 250/300 m dal ponte autostradale in direzione di Ivrea.

#### *Il trasporto in massa del 24 settembre 1993*

Nella tarda mattinata del 24 settembre si è innescato un fenomeno di trasporto in massa (figura 39) alimentato soprattutto dai processi erosivi verificatisi in apice.

Gli interventi sistematori effettuati a seguito dell'evento del settembre 1981, hanno scongiurato il pericolo di riattivazione dell'antico canale di deflusso che interessa il fianco sinistro del conoide. Pur tuttavia, parte della sponda sinistra ubicata nel tratto apicale, ha mostrato evidenti segni di erosione segnalando la naturale tendenza del corso d'acqua a riappropriarsi, in conseguenza ad ingen-

ti apporti idrici, dell'antica direzione di deflusso; come, per altro, si verificò nel succitato evento del 1981. Nel settore sommitale, la colata di detrito, è stata quasi interamente contenuta all'interno dell'alveo approfondito ed ampliato dall'evento precedente.

Nel tratto mediano, invece, gli interventi sistematori realizzati a difesa della sponda destra al fine di salvaguardare gli edifici ivi presenti hanno condizionato l'evoluzione del processo.

La massa fluida, infatti, ha tracimato l'argine sinistro coinvolgendo maggiormente tale settore (foto 26).

I danni maggiori al centro abitato, si sono avuti in corrispondenza di due edifici posti poco a monte del ponte autostradale. Le ingenti quantità di materiale fluidificato, aventi granulometria sufficientemente uniforme (materiali prevalentemente fini inglobanti detriti più grossolani), hanno scavalcato l'impalcato del ponte posto a ridosso dell'autostrada, a causa dell'inadeguata luce idraulica dello stesso, invadendo e sommergendo parte della strada comunale che corre ad essa parallela.

I materiali più fini e più mobili hanno raggiunto sia la sede autostradale, sia lo svincolo, provocando l'interruzione temporanea della viabilità. L'intera colata ha occupato un'area pari a circa 0.23 km<sup>2</sup>.

## 5.5. Valli del Canavese (To)

I paragrafi seguenti descrivono processi ed effetti dell'evento alluvionale lungo le aste dei torrenti Orco e Soana.

I dati storici della Banca Dati Geologica segnalano che le valli alpine dei torrenti Orco e Soana sono tra quelle che, sul territorio piemontese, hanno subito con maggior frequenza pesanti effetti da parte di eventi alluvionali. I documenti a disposizione indicano eventi di piena negli anni: 1030; 1533; 1540; 1600; 1627; 1649; 1653; 1654; 1666; 1667; 1669; 1685; 1686; 1693; 1697; 1698; 1705; 1706; 1711; 1716; 1718; 1726; 1728; 1729; 1744; 1755; 1758; 1759; 1762; 1763; 1769; 1772; 1776; 1780; 1791; 1792; 1811; 1825; 1839; 1840; 1842; 1845; 1846; 1855; 1856; 1900; 1908; 1946; 1947; 1957; 1958; 1960; 1977; 1978; 1981; 1985; 1986.

La piena del 1030 avrebbe distrutto parte di Cuornè (Bertolotti, 1873) quella del 1540 distrusse un quarto dei coltivi (Marruchi, 1545); molte delle piene sopra citate furono disastrose (Bertolotti, 1982).

Nel complesso, sulla base dei dati disponibili, le valli Orco e Soana appaiono interessate da eventi alluvionali di un certo rilievo con cadenza media di circa 10 anni. Il paragrafo 5.5.3 riporta un'analisi di alcuni dati storici di piena relativi al T. Orco.

I paragrafi seguenti si riferiscono essenzialmente ai processi ed ai principali effetti lungo le aste torrentizie principali (figura 40). In tutta l'area le piogge prolungate hanno inoltre provocato danni, anche gravi, alle reti stradali locali ed alle reti fognarie ed acquedottistiche.

### 5.5.1. TORRENTE SOANA (C. Troisi)

La valle Soana si sviluppa a nord di Pont Canavese (TO). Il tratto inferiore della valle scorre profondamente inciso tra sponde in roccia. I tratti medio e superiore, includendo i rami del T. Forzo e del T. Campiglia, presentano invece sviluppo di depositi alluvionali di fondovalle, prevalentemente in destra idrografica.



Foto 26 - Conoide del Torrente Renanchio, settore di raccordo con fondovalle. Sono visibili in sponda sinistra le due abitazioni lesionate, la strada comunale alluvionata e l'espansione della colata nel tratto compreso tra l'autostrada ed il canale artificiale.

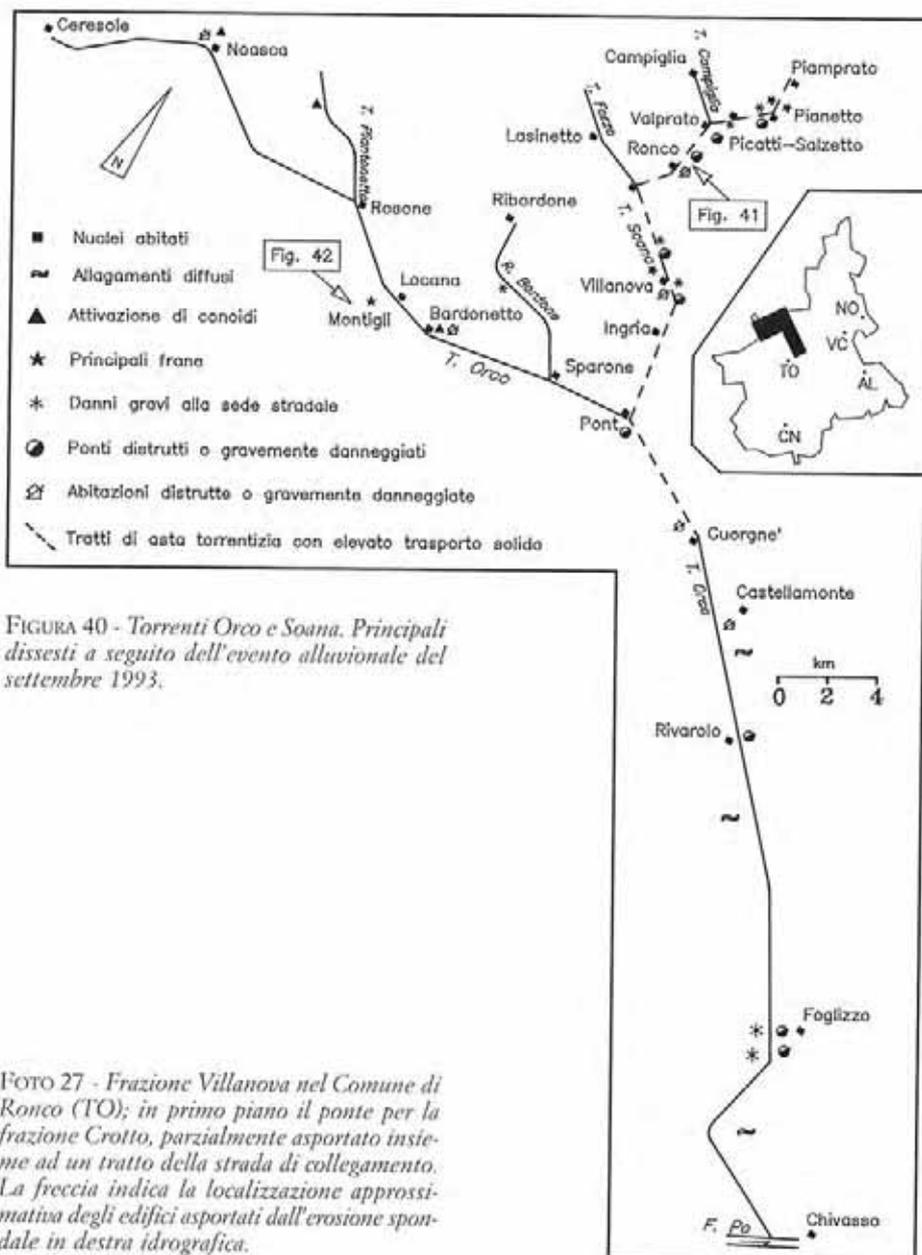


FIGURA 40 - Torrenti Orco e Soana. Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale del settembre 1993.

FOTO 27 - Frazione Villanova nel Comune di Ronco (TO); in primo piano il ponte per la frazione Crotto, parzialmente asportato insieme ad un tratto della strada di collegamento. La freccia indica la localizzazione approssimativa degli edifici asportati dall'erosione spondale in destra idrografica.



La Valle Soana, nel tratto compreso tra Piamptrato e Villanuova, appare essere uno dei tratti di asta valliva maggiormente colpiti dall'evento alluvionale del 23-9-1993.

Il picco di piena che ha provocato i danni maggiori ha avuto luogo intorno alle ore 13 del 23 settembre 1993. La stazione di Piamptrato ha registrato una precipitazione di 572 mm nelle 72 ore (fig. 17).

I settori colpiti sono compresi nei territori dei comuni di Ronco Canavese e Valprato Soana.

L'evento alluvionale ha comportato essenzialmente:

- mobilitazione e rideposizione di un'elevato volume di solidi, in larga parte provenienti da fenomeni franosi nella zona di Pianetto;
- una spiccata e generalizzata erosione di sponda.

L'attività erosiva si è concentrata essenzialmente sulla sponda idrografica destra, ove maggiore era lo sviluppo dei depositi alluvionali e dove si concentrano gli insediamenti.

I danni principali sono così riassumibili:

- circa 1400 m di Strada Provinciale totalmente asportata o gravemente danneggiata;
- otto ponti distrutti o gravemente danneggiati;
- due abitazioni totalmente distrutte, due gravemente danneggiate ed altre danneggiate in misura variabile;
- campi sportivi di Ronco distrutti unitamente alle allegate infrastrutture.

Lungo il tratto di asta compreso nel Comune di Ingria si segnala solamente la distruzione di due passerelle pedonali.

Presso Villanuova (Comune di Ronco) l'erosione in isponda destra ha prodotto l'asportazione completa di circa 350 metri di Strada Provinciale e di una casa monofamiliare. Nello stesso punto, nel 1845, il Soana straripando abducesse un fabbricato con diversi individui (Bertotti, 1983); uno dei corpi fu recuperato a Cuornè. Il ponte per la Fraz. Crotto è stato danneggiato per l'asportazione totale della rampa di accesso in sinistra idrografica (foto 27).

A monte di Villanuova l'erosione in



FOTO 28 - Frazione Villanova nel Comune di Ronco, tratto asportato della Strada Provinciale. A sinistra l'ampia frana di sponda per erosione al piede.



FOTO 29 - Ronco, ponte per la frazione Montelavecchia; il rilevato di accesso alla spalla destra del ponte è stato aggirato ed asportato delle acque di piena, unitamente ad un tratto di Strada Provinciale.



FOTO 30 - Ronco, zona Bettassa. Il T. Forzo è in alto, il T. Soana scorre da destra verso sinistra. La posizione critica di alcune delle abitazioni è evidente.

isponda destra ha provocato un'ampia frana di sponda, per scalzamento al piede, a cavallo del Rio della Guardia (foto 28). Alcune antiche baite poste presso il coronamento (Case Staval) sono state gravemente lesionate e hanno dovuto essere demolite. La spalla destra del ponte per Montelavecchia è stata aggirata dalle acque e totalmente asportata unitamente a 50 m di Strada Provinciale (foto 29). Poco a valle di tale ponte un'opera di presa è stata gravemente danneggiata.

Presso la confluenza tra i T. Forzo e Soana, in località Bettassa, l'erosione in destra idrografica ha provocato il danneggiamento di alcune abitazioni di un villaggio turistico realizzate nell'immediata prossimità dell'alveo ordinario (foto 30).

Il T. Forzo presso la frazione Lasinetto presenta alveo pluricursale. Il ponte di collegamento per la frazione, di recente fattura, scavalca non già l'intero alveo, ma solamente il canale di deflusso attivo. L'attivazione di un secondo canale ha asportato il rilevato di accesso sulla spalla destra, isolando la frazione.

Presso Ronco capoluogo sono state asportate le infrastrutture dei campi sportivi, realizzate in alveo, un distributore di carburante è stato distrutto e sono state gravemente danneggiate le difese spondali che difendono l'abitato. La riattivazione di un ramo destro del T. Soana (figura 41) ha provocato la totale distruzione di un'abitazione ed il grave danneggiamento di una seconda (foto 31, 32 e 33). La riapertura del ramo ha isolato due abitazioni che non hanno però subito danni. Le condizioni di rischio connesse con la riattivazione del ramo di cui sopra erano già state evidenziate sulla cartografia geologica allegata al Piano Regolatore del Comune di Ronco (Innocenti, 1991). Il ponte che collega le frazioni di Scandosio e Cernisio è stato distrutto (foto 34) al pari del vicino ponte sul Rio Cernisio. Presso la frazione Cernisio un'ampia frana di sponda innescatasi per erosione al piede ha minacciato un pilone dell'elettrodotto da 380 kV.

Tra Scandosio e Valprato il corso d'acqua ha, in più punti, sovrascor-

so e danneggiato la sede stradale. Presso Valprato Soana capoluogo l'erosione di sponda ha provocato la dislocazione della spalla sinistra del ponte per Zurlera, rendendolo inutilizzabile (foto 35). La riattivazione di un ramo destro dell'alveo, il cui imbocco era stato ostruito in maniera approssimativa in anni passati, ha provocato l'allagamento di un fabbricato (foto 36). Una baita ubicata, di fatto, nell'alveo è stata semidistrutta dall'erosione in isponda destra (foto 36).

Nel ramo di valle relativo al torrente Campiglia non si segnalano fenomeni di rilievo.

Tra Valprato e le frazioni Picatti e Cugnone la Strada Provinciale è stata in alcuni punti sovrascorsa e danneggiata. Presso la spalla sinistra del ponte posto a monte di Cugnone si è prodotto un franamento che ha danneggiato, non gravemente, la sede stradale.

La strada di accesso alla frazione Salzetto, sulla sponda destra, è stata totalmente asportata per circa 100 m. La spalla sinistra del ponte di accesso per la frazione Balme è stata danneggiata da un fenomeno di sifonamento. Presso la frazione Ronchietto il ponte sulla Strada Provinciale è stato semidistrutto; il torrente in piena ha sovrascorso o asportato la sede stradale per quasi 500 m (foto 37 e 38).

Presso Pianetto l'alveo di piena ha occupato l'intera larghezza del fondovalle, provocando la totale ricopertura con detriti della sede della Strada Provinciale (inclusi due ponti) per circa 200 m. La forte erosione in isponda sinistra ha provocato una ampia frana (foto 39). Il ponte posto a valle di Pianetto è stato danneggiato, non gravemente, sulla spalla sinistra.

A monte di Pianetto, presso Madonna della Neve l'erosione in sinistra ha provocato l'asportazione del ponte e di un tratto di Strada Provinciale, innescando una frana in detrito con scarpate alte sino a 20 m. Nella stessa zona l'erosione in isponda destra ha innescato un imponente franamento che ha liberato in alveo alcune decine di migliaia di metri cubi di materiale detritico. Tale frana-

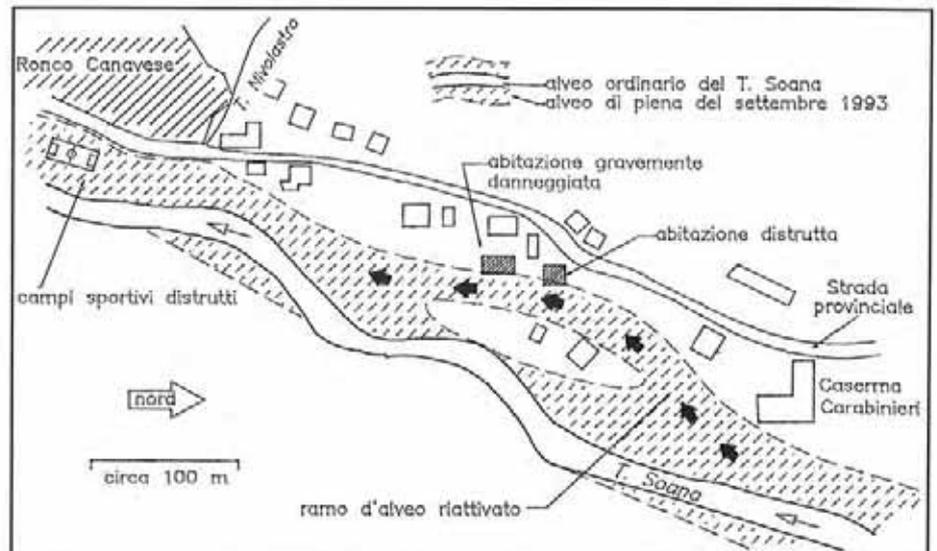


FIGURA 41 - Ronco Canavese (TO). Distruzione e danneggiamento di abitazioni a nord del capoluogo.



FOTO 31 - Ronco, veduta di borgata Cbiò, presso il capoluogo. La freccia indica il ramo d'alveo la cui riattivazione, nel corso della piena, ha portato alla distruzione di un'abitazione ed al grave danneggiamento di una seconda.



FOTO 32 - Stessa area della foto precedente. La freccia nera a sinistra indica il ramo d'alveo riattivato. Le frecce bianche indicano l'abitazione distrutta (a sinistra) e quella gravemente danneggiata (a destra).



Foto 33 - Abitazione distrutta di cui alla foto precedente.



Foto 34 - Ronco, ponte di collegamento per la borgata Cernisio, distrutto.



Foto 35 - Valprato Soana (TO), ponte per la frazione Zurlera, gravemente danneggiato per disarticolazione della spalla sinistra.

mento interessa il piede di un cono di detrito corrispondente ad un'ampia deformazione gravitativa profonda già segnalata dalla Banca Dati Geologica (foto 40). Tale deformazione si sviluppa su di una superficie complessiva di poco inferiore al chilometro quadrato e si estende dalla Cima Brenvetto sino al T. Soana. Presso la Cima Brenvetto sono chiaramente osservabili i fenomeni di sdoppiamento delle creste tipici dei versanti interessati da deformazioni gravitative profonde. Sul sito sono, da sempre, segnalate frane da crollo conseguenti ai fenomeni di deformazione: il Bertotti (1982) ne riporta alcune nel 1695; l'ultima, prima dell'evento alluvionale, è datata al novembre 1992.

Presso Piamprato l'erosione in sponda sinistra ha minacciato l'abitato raggiungendo, senza danneggiarli, alcuni fabbricati. Sulla stessa sponda alcune baite sono state danneggiate dal trasporto solido di affluenti sinistri (rii Giasset e Santanel).

Lungo alcuni tributari minori si sono verificati fenomeni di trasporto in massa di materiale detritico. L'entità di tali fenomeni è stata perlopiù limitata, verosimilmente a causa della citata scarsa diffusione areale di dissesti franosi nei vari bacini (vedi anche par. 5.11). Benché non abbia arrecato danni di rilievo, l'apporto di materiali da parte dei tributari minori ha comunque contribuito ad alimentare il carico solido dell'asta principale. I principali rii lungo i quali tali processi sono stati rilevati sono: il R. Canaussa, presso Crotto; il R. Della Guardia presso Villanuova; due affluenti minori sinistri presso Costabina; il R. Fattinera presso Bettassa; i rii Arcando, Lasinetto, Tressi ed alcuni tributari minori destri lungo il T. Forzo; il R. Alpetta e due tributari minori sinistri presso Ronco Capoluogo; il Rio Cernisio, che ha asportato un ponticello presso la frazione omonima; il R. Chiapetto presso Valprato capoluogo; il R. Cassetta presso Picatti; il R. Civetto presso Balme; il R. D'Arlens presso Pianetto; i già citati rii Santanel e Grassetto presso Piamprato.

Il carattere distruttivo della piena del settembre 1993 in Valle Soana appa-

re determinato dall'interazione tra fattori naturali ed antropici (vedi 5.11). Si ritiene che il fattore naturale che maggiormente ha contribuito al carattere distruttivo della piena sia in relazione non tanto ai valori, pur elevati, delle portate liquide quanto all'elevato carico solido di fondo trasportato che ha avuto la sua origine prima nelle ampie frane nella zona di Pianetto. L'aumentata capacità erosiva conseguente a tale carico ha poi innescato un processo di autoalimentazione del carico stesso. A riprova di ciò si noti come i torrenti Campiglia e Forzo, esterni all'asse principale del trasporto solido, non abbiano provocato dissesti di rilievo e come il T. Orco abbia provocato i danni maggiori a valle della confluenza con il T. Soana (vedi paragrafo successivo). Si noti, infine come tutte le infrastrutture abitative distrutte o danneggiate fossero collocate in posizione molto prossima all'alveo ordinario (se non addirittura nell'alveo stesso) e come in molti settori (Villanova, Pianetto, Ronchietto ecc.) il corso d'acqua in piena abbia occupato l'intera fascia di fondovalle, indipendentemente dalla presenza o meno di opere destinate a contenerlo.

#### 5.5.2. TORRENTE ORCO, TRATTO ALPINO NOASCA-CUORGNÈ (M. Belfiore & C. Troisi).

L'evento alluvionale del 23-24/9/1993 ha segnalato il picco di piena, nella Valle del T. Orco, intorno alle ore 13 del 23/9/1993.

L'evento ha provocato essenzialmente l'allagamento di vasti settori della piana alluvionale. Nonostante l'intensità dell'evento meteorologico i danni sono stati, nel complesso, limitati. Il T. Orco ha causato problemi essenzialmente a Pont e Cuoragnè, mentre nel tratto a monte di Pont i danni maggiori sono dovuti all'attivazione di due tributari minori in sinistra idrografica. Tale distribuzione dei danni appare molto simile a quella segnalata da Marruchi (1545), relativamente a piene della prima metà del XVI secolo. Le righe seguenti descrivono brevemente gli effetti dell'evento, da valle verso monte.



FOTO 36 - Valprato; a destra il ponte danneggiato per Zurlera. La freccia bianca in alto indica un'abitazione danneggiata, ubicata in alveo. Le frecce in basso indicano un ramo d'alveo riattivato senza trasporto solido.



FOTO 37 - Valprato, frazione Ronchietto. Nel tratto compreso tra le due frecce la Strada Provinciale è stata sovrascorsa ed asportata quasi totalmente. Senso corrente dal basso verso l'alto.



Foto 38 - Particolare della foto precedente. Settore precedentemente occupato dalla Strada Provinciale.



Foto 39 (a destra) - Valprato, frazione Pianetto. Gli asterischi indicano il tracciato approssimativo della Strada Provinciale, totalmente ricoperta di detriti insieme a due ponti. In alto a destra si nota un'ampia frana di sponda.

Presso Cuorgnè la violenta attivazione di un ramo destro dell' alveo, utilizzato come canale derivatore, ha provocato il grave danneggiamento di due infrastrutture ENEL, di un capannone industriale (foto 41) e l'al-

lagamento di una vasta area parzialmente edificata. La rotta principale ha avuto luogo presso il capannone stesso, in corrispondenza di una traversa di presa, rimasta danneggiata, che ha favorito l'innalzamento del

livello idrometrico. Tale traversa è stata pure aggirata sulla sinistra, provocando una forte erosione che ha asportato la spalla di una passerella e minacciato un'abitazione (foto 41). Presso Pont un ponte stradale è stato danneggiato per sottoescavazione del pilone centrale, mentre il ponte metallico ferroviario ha sopportato senza crollare l'asportazione di un pilone; una infrastruttura dell' ENEL è stata danneggiata. Sono state danneggiate alcune difese spondali sia lungo il T. Orco che lungo il T. Soana. In località Pratidonio si è verificato un fenomeno di taglio di meandro che ha causato la distruzione di un capannone nonché una forte erosione spondale che ha minacciato un fabbricato (foto 42).



Foto 40 - Valprato, zona Madonna della Neve a monte della frazione Pianetto. In primo piano un tratto di strada asportato unitamente al ponte (la cui posizione è tracciata con asterischi). In secondo piano l'ampia frana innescata dall'erosione in isponda destra, al piede di un'ampia deformazione gravitativa profonda. Le frecce nere indicano un canale soggetto a fenomeni di crollo.

Presso Sparone sono state danneggiate le infrastrutture dei campi sportivi, ubicate in alveo. Tali strutture erano state protette realizzando una scogliera che occlude circa un terzo della luce del ponte di collegamento per la frazione Bisdonio.

Fortunatamente (per il ponte) la scogliera è piuttosto bassa ed ha potuto essere agevolmente sovrascorsa

dalle acque di piena.

La Strada Provinciale tra Sparone e Ribordone è stata asportata in tre punti dall'erosione spondale sinistra del Rio Bordone (foto 43). Presso l'abitato di Ribordone, per sottoescavazione e conseguente cedimento della spalla destra, è crollato il ponte che collega la Fraz. Schiaroglio con il Santuario di Prascondù. Poco a valle del centro abitato, tra le frazioni di Crosa e Rafur, la Strada Provinciale è stata totalmente sovrascorsa per circa 300 m. Nella valle di Ribordone alcuni ponti lungo la viabilità minore sono stati danneggiati.

Presso Locana il conoide del Rio Carlevria (frazione Bardonecchio Inferiore), in idrografica sinistra, si è attivato mobilizzando materiali ghiaiosi che hanno danneggiato tre abitazioni, la Strada Statale (foto 44), allagato gran parte del nucleo abitato a ridosso della strada stessa e danneggiato una sottostazione elettrica della AEM. La Banca Dati Geologica segnala che tale conoide, al pari di quasi tutti gli altri conoidi della Valle Orco, ha subito varie attivazioni in epoca storica. Un documento del 1729 (AA. VV.) riporta testualmente: «*Portatisi al rittano di Carlevaria proseguendo a Bardonecchio, detto rittano a esportato et rovesciato il terreno et condotto sopra gran quantità di sassi et giarre, ed essendo seguito tal danno nel 1705 e 1706, asportando pratti popolati di Noce et parte delle case state di novo ricostruite nonchè parte del sitto bonificato, in tal tempo molto più devastato (...)*». Altre attivazioni sono documentate nel marzo 1959, aprile 1981, settembre 1987 e novembre del 1992.

Nel comune di Locana sono state asportate alcune passerelle sul T. Orco e sul T. Eugio. Il T. Orco ha provocato alcune erosioni di sponda ed ha esondato in più punti, senza tuttavia provocare danni di rilievo, fatto salvo per la distruzione di un tratto di difesa spondale in CLS in isponda sinistra poco a valle dell'abitato.

Presso la frazione Montigli (Locana) si è innescato, nel corso dell'evento alluvionale, un movimento franoso con meccanismi tipo *debris flow*. La colata di fango e detriti si è svi-



Foto 41 - Cuornè (TO). Riattivazione di un ramo destro del T. Orco utilizzato come canale derivatore. Cuornè è sullo sfondo. La freccia a destra indica il punto della rotta principale, pochi metri a monte dell'opera di presa. Gli asterischi indicano le infrastrutture danneggiate. Al centro della foto in basso: l'erosione sulla sponda sinistra ha asportato la spalla della passerella e minacciato un'abitazione rurale.



Foto 42 - Pont Canavese (TO), località Pratidonio. Fenomeno di taglio del meandro, indicato dalle frecce nere. Al centro del meandro si notano i resti di un capannone distrutto. L'asterisco indica un gruppo di edifici messo a rischio dall'erosione spondale, le frecce bianche in primo piano indicano una strettoia in roccia, che favorisce l'innalzamento idrometrico a monte.



Foto 43 - Strada Provinciale Sparone-Ribordone, interrotta da una frana per scalzamento al piede.



Foto 44 - Attivazione del conoide di Bardonetto Superiore (Locana). Gli asterischi indicano le abitazioni danneggiate; la freccia indica il manufatto di attraversamento della Strada Statale, completamente ostruito.

luppata in corrispondenza di una sede stradale a quota 1270 m (figura 42) e presenta due rami. La colata principale ha percorso circa 1500 m ed ha coperto un dislivello di circa 650 m, mentre il ramo minore si è arrestato alcune decine di metri a monte di Montigli. Nel tratto superiore la colata ha creato una profonda incisione a V, mobilizzando la copertura detritica del versante e prendendo in carico un volume di solidi dell'ordine dei 6000 m<sup>3</sup>. Presso Ronco due baite disabitate sono state distrutte; a valle di Ronco la colata si è divisa secondo due impluvi subparalleli. Il ramo principale ha raggiunto il Torrente Orco dopo aver sfiorato la parte alta della frazione Montigli e distrutto un chiosco. Uno sperone roccioso posto poco a monte della frazione ha leggermente deviato la colata verso nord, impedendole di investire l'abitato. Il ramo meridionale della colata, meno voluminoso, ha deposto gran parte del materiale solido trasportato in corrispondenza del salto di pendenza presso la strada a SO di Montigli, senza arrecare danni alla frazione abitata. Si ritiene che l'innesco del dissesto sia in relazione con l'assenza di opere di regimazione delle acque lungo la strada comunale. Tale elemento ha causato il convogliamento di un elevato volume idrico in corrispondenza di una modesta incisione ove si sarebbe sviluppato, inizialmente, un fenomeno di fluidificazione delle coperture superficiali, rapidamente evolutosi in una colata di fango e detriti grossolani.

Nel vallone di Piantonetto un feno-

meno di *debris flow* lungo un affluente minore in destra idrografica ha interrotto in più punti la strada per la diga e ha minacciato (nonché parzialmente allagato) un nucleo abitato presso la località Ghiglieri. Presso la frazione Gera di Noasca la presenza di un campo sportivo, parzialmente realizzato in alveo, ha provocato l'allagamento di parte del centro abitato. Tra Gera e Noasca, presso il cimitero, l'attivazione di un conoide ha comportato (come già nel 1992 e parecchie altre volte in precedenza) il danneggiamento della Strada Statale.

A Noasca l'attivazione del conoide del rio Noaschetta ha provocato la semidistruzione di un'abitazione posta ai piedi del conoide stesso (foto 45) nonché l'allagamento di parte dell'abitato. L'abitazione è poi stata totalmente distrutta, dallo stesso processo, nel settembre 1994. Nel corso della piena del settembre 1993 i danni lungo il settore alpino del T. Orco sono stati, nonostante la portata elevata, piuttosto limitati. Nel tratto compreso tra Cuornè e Noasca il T. Orco si presenta con una piana alluvionale di fondovalle piuttosto sviluppata e continua, inter-

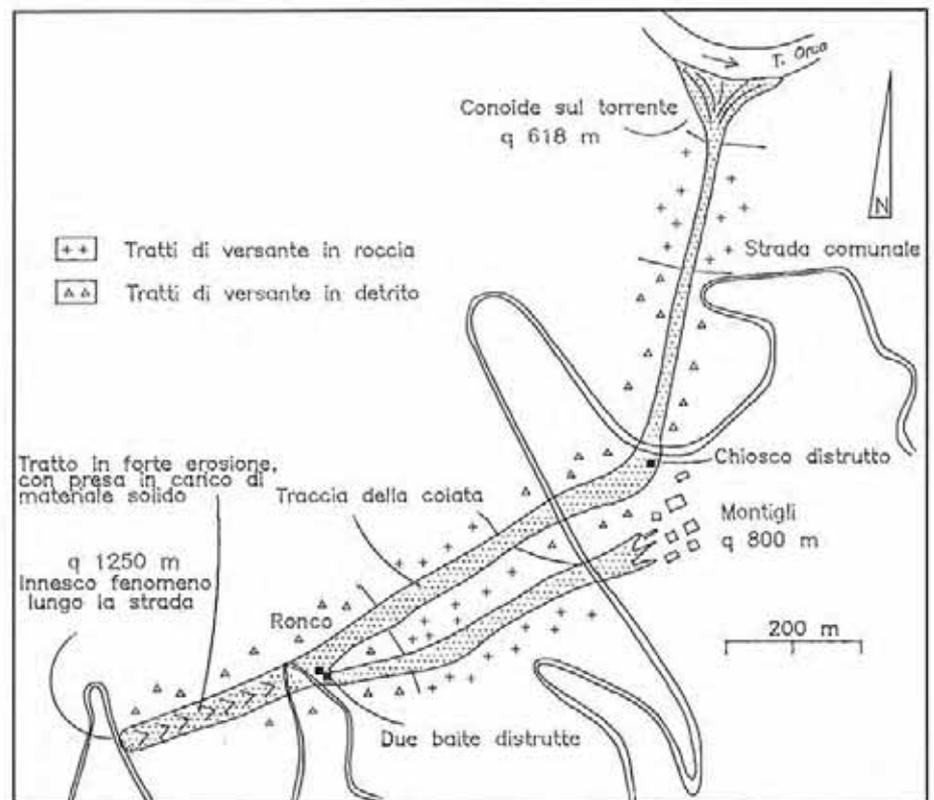


FIGURA 42 - Comune di Locana (TO). Schema del dissesto franoso presso la frazione Montigli.



Foto 45 - Noasca (TO), abitazione danneggiata per attivazione del conoide alluvionale del Rio Noaschetta. Lo stesso fenomeno ha provocato, nel settembre 1994 la completa distruzione dell'abitazione.

rotta da strozzature corrispondenti a conoidi alluvionali. I tratti di piana alluvionale di fondovalle appaiono in larga parte privi di insediamenti e mancano quindi opere di difesa spondale tese a limitare l'espansione laterale delle acque di piena. Si ritiene, sulla base dei rilievi di terreno effettuati al seguito dell'evento alluvionale, che tale fattore sia alla base della buona risposta dell'asta torrentizia all'evento di piena. Le acque di piena hanno potuto espandersi lateralmente nelle circostanti piane che hanno agito come casse di espansione laminando la piena e riducendo la velocità, e quindi l'energia, delle acque.

In alcuni punti (ad esempio tra Calzasio e Bardonetto) l'arca allagata ha raggiunto una larghezza di circa 500 m. In tali aree di espansione la bassa velocità delle acque ha impedito il trasporto e la deposizione di materiale solido, limitato a poco materiale fine ed ad alcune tasche sabbiose. La limitazione dei danni sarebbe anche stata favorita dall'effetto di ritenuta e laminazione esercitato dalla diga di Ceresole (Luino, 1993).

Nei tratti con difese spondali tese a restringere fortemente l'alveo di piena (Cuorgnè, Pont, Locana) le strutture hanno in più parti ceduto, mettendo a repentaglio la sicurezza delle retrostanti infrastrutture. Si segna-

la, in particolare l'aggiramento e quasi totale asportazione di un massiccio muro in CLS presso Locana.

### 5.5.3 TORRENTE ORCO, tratto di pianura Cuorgnè-Chivasso (G. Bellardone, F. Forlati, con la collaborazione di S. Raffone & F. Tamberlani)

In un corso d'acqua, le caratteristiche ed i rapporti sedimentari dei depositi, la pendenza ed il regime delle portate sono parametri che condizionano maggiormente lo sviluppo plano-altimetrico dell'alveo.

I corsi d'acqua a regime torrentizio, che scorrono in tratti di pianura costituiti da depositi grossolani, presentano, in condizioni naturali, alvei molto ampi poco incisi ed in cui il deflusso si propaga attraverso canali plurimi, separati da barre o isole, anche vegetate. Lungo molti corsi d'acqua a canali plurimi della pianura piemontese, esternamente a quello che si può definire "alveo pluricursale attuale", si riconosce una fascia caratterizzata da canali non ordinariamente attivi, che rappresenta una più

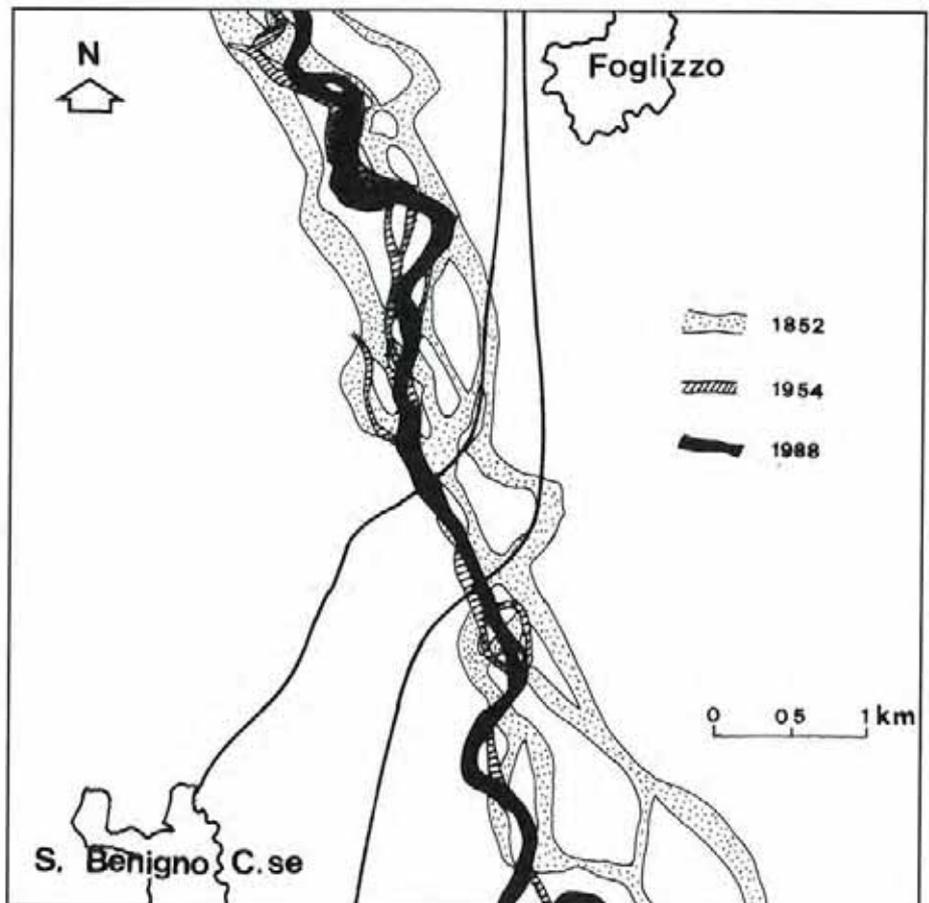


FIGURA 43 - Andamento del torrente Orco ricavato: dalla Carta degli Stati Sardi, anno 1852 (puntinato); dalle cartografie IGM 1954 (tratteggiato); da immagine Landsat del 1988 (in nero pieno). Si osservi come il ponte distrutto, collegante San Benigno a Foglizzo attraversa un tratto di torrente che presentava in passato un alveo a più canali (carta degli Stati Sardi).



Foto 46 - T. Orco nel tratto a modellamento pluricursale (deflusso da destra verso sinistra), in corrispondenza della confluenza con il Gallenga (sponda destra). In sponda destra sono visibili alcuni canali riattivati durante la piena del 23-24 settembre, mentre in sinistra si osservano incisioni in corrispondenza di forme fluviali rimaneggiate da pratiche agricole, ma ancora individuabili da aerofotografie.

antica ed ampia forma fluviale, associata ad un differente regime idraulico (Maraga, 1989).

È questo il caso del T. Orco che presentava fino agli anni '50 un alveo ampio, a più canali, come si può osservare dalla cartografia del secolo scorso e dei primi decenni dell'attuale.

Dal confronto dell'andamento del torrente in periodi differenti (analisi di aerofotografie), risulta come una tendenza alla diminuzione dell'ampiezza dell'alveo fosse già evidente, prima degli anni '50. Successivamente la mutazione verso forme monocursali è persistita, favorita anche dall'escavazione di inerti in alveo e soprattutto dalla realizzazione di opere atte a contenere i deflussi in fasce sempre più ristrette. Alla fine degli anni settanta, il deflusso era ormai impostato in un unico canale cui erano associati ancora brevi tratti d'alveo con due o più rami, comunque caratterizzati da canali di deflusso principali, più incisi rispetto ai laterali, che stavano per essere progressivamente abbandonati. Tale tendenza è persistita nel tempo, come si osserva dalle aerofotografie del 1991, dove l'alveo "principale" contenuto entro le sponde incise è ormai quasi totalmente caratterizzato da un

unico canale di deflusso (figura 43). In seguito all'evento alluvionale del 24-25/9/1993, le peculiarità dell'alveo-tipo originario sono prevalse, con il manifestarsi dei caratteristici processi associati alle piene in corsi d'acqua pluricursali: ampliamenti della sezione dell'alveo per erosioni di sponda, neoformazione di canali, riattivazione di canali secondari non ordinariamente interessati dai deflussi, trasporto solido, ecc. (foto 46). Le inondazioni hanno interessato sia aree in cui erano ancora conservati i tratti morfologici appartenenti ad un più ampio alveo pluricursale, sia aree più esterne, in cui le forme flu-

viali ancora visibili sul piano campagna erano ormai in parte o del tutto antropicamente rimodellate. In entrambi i casi le inondazioni più significative sono state determinate da riattivazioni di canali laterali, molti dei quali ormai trasformati in canali distributori per usi agricoli.

### Processi prevalenti lungo il tratto ad un unico canale a valle del ponte di Cuornè

A partire dal ponte di Cuornè, il torrente presenta un alveo ad un unico canale, a tratti impostato sul substrato roccioso e, in generale, modellato in depositi grossolani. Nelle aree esterne all'alveo sono ancora ben riconoscibili sul piano campagna forme fluviali abbandonate, anche ben incise, che hanno rappresentato, in occasione della piena del settembre 1993, vie di deflusso preferenziale per le acque di inondazione.

A Cuornè, immediatamente a valle del ponte, sono stati asportati, in sponda sinistra, un centinaio di metri di una strada di servizio di una scuola mentre in sponda destra una scarpata di erosione si è impostata in corrispondenza di un edificio.

Non meno significativi e maggiormente dannosi per edifici ed infrastrutture sono stati i processi associati al passaggio delle acque fuori dall'alveo, in particolare inondazioni con deposizione sul piano campagna di sedimenti anche grossolani. Le zone maggiormente colpite sono risultate quelle poste tra il terrazzo



Foto 47 - Cuornè, a valle del ponte, sponda destra: in primo piano imponenti depositi prevalentemente ciottolosi del torrente. Sullo sfondo si intravede un gruppo di edifici che sono stati interessati da alluvionamenti sabbiosi.

insommergibile ed il corso d'acqua. A Cuorgnè, in sponda destra, a valle del ponte, per le aree prossime al corso d'acqua si sono registrati intensi processi di alluvionamento, con deposizione di sedimenti da ciottoloso-ghiaiosi a sabbiosi, che hanno causato danni ad edifici ed infrastrutture, mentre un'area più vasta è stata interessata da allagamenti, con coinvolgimento anche di edifici (foto 47).

### Tratto geneticamente legato al sistema pluricursale (Rivarotta - Pratoregio)

#### *Processi modellanti l'alveo*

L'alveo "principale", modellato dal passaggio della piena del 23-24 settembre 1993, risulta per molti tratti più ampio di quello visibile sulle aerofotografie del 1991 e da quelle precedenti, del 1977.

Tra i processi modellanti l'alveo, associati al passaggio della recente piena, sono da segnalare soprattutto erosioni spondali e riattivazioni di canali laterali, ordinariamente non attivi, con conseguente ampliamento in più punti della sezione. Le aree poste tra l'alveo "principale" antecedente la piena ed i canali riattivati, generalmente boscate o anche coltivate, sono state interessate da processi particolarmente violenti: incisioni di canali, erosioni, alluvionamenti ghiaiosi, con abbattimento parziale o totale degli alberi.

Le difese spondali quando non sono state asportate dalle acque, hanno favorito la "migrazione" verso valle dei processi erosivi. In alcune occasioni le difese sono state scavalcate, con ampliamento della sezione per erosione delle sponde a tergo della parte protetta (foto 48).

Opere di presa di canali e rogge sono state pesantemente danneggiate per processi erosionali. Tra le principali sono da ricordare l'opera di presa della roggia di Castellamonte, quella del rio Vercellino (foto 49), quella della roggia di Montanaro oltre a numerose altre derivazioni minori. Per processi di erosione al fondo, due ponti sono stati distrutti dalla piena: quello sulla provinciale Riva-



Foto 48 - Esempio di erosione a tergo di difese spondali.



Foto 49 - Presa del Rio Vercellino: l'opera è stata aggirata dalla corrente ed ora si trova all'interno dell'alveo principale del torrente, modellato dalla piena del settembre 1993.

rolo-Ozegna e quello sulla provinciale S. Benigno-Fogglizzo; un terzo ponte, quello sull'autostrada Torino-Aosta è stato seriamente danneggiato con interruzione della viabilità per qualche mese. Infine, il ponte tra Feletto e Lusigliè, nei giorni dell'alluvione è stato chiuso al traffico perché messo in serio pericolo dalla parziale distruzione della soglia posta immediatamente a valle di esso. In corrispondenza dei ponti di Rivarolo, Feletto e San Benigno, l'alveo "principale" risulta notevolmente ristretto dai rilevati d'accesso, mentre il ponte dell'Autostrada Torino-

Aosta si trova a valle di un tratto d'alveo "principale" rettilineo e molto inciso. Lungo questi tratti in cui i deflussi sono pesantemente contenuti, si sono verificate notevoli erosioni del fondo, alle quali è soprattutto imputabile la distruzione o il danneggiamento dei ponti menzionati.

Sia a monte che a valle del ponte di Rivarolo, l'alveo del torrente è molto ampio, mentre si riduce bruscamente in corrispondenza del ponte. L'aumento della velocità di deflusso dovuta alla strozzatura imposta da terrapieni (sponda destra) e dai rile-



FOTO 50 - Ponte tra Rivarolo e Ozegna (deflusso verso sinistra).

vati d'accesso, ha determinato l'innescarsi di processi erosivi al fondo, particolarmente accentuati verso la sponda destra, con conseguente sottoscavazione e cedimento di una delle pile e parziale abbattimento dell'opera (foto 50).

Anche il ponte di San Benigno è stato distrutto per intensi processi di erosione al fondo. Prima dell'evento alluvionale l'alveo a monte dell'attraversamento era molto ampio, ed era in parte costretto dai rilevati d'accesso. Il deflusso concentrato avveniva in un canale ampio un centinaio di metri e rettilineo. Oltre l'imponente soglia posta immediatamente a valle del ponte, il canale si riduceva ad una cinquantina di metri. Durante l'evento il notevole dislivello imposto dalla soglia ha favorito un aumento della turbolenza delle acque, innescando processi erosivi anche spondali, ma soprattutto concentrati al fondo. In corrispondenza della sponda destra, l'erosione al fondo ha determinato lo scalzamento della traversa, il suo cedimento e l'approfondimento del cana-



FOTO 51 - Ponte tra San Benigno e Foglizzo (deflusso verso sinistra). Il canale attivo, prima dell'evento era prossimo alla sponda sinistra; in seguito, il canale si è approfondito in corrispondenza della sponda destra per erosione rimontante, successiva allo sfondamento della soglia a valle. L'erosione di fondo ha determinato anche lo scalzamento di una delle pile, con crollo del ponte.



FOTO 52 - Foto scattata dopo la piena del 5/10/1992: la presenza della soglia a valle del ponte già allora aveva favorito l'innalzamento delle acque con conseguenti fenomeni di allagamento a monte e di innesco di fenomeni erosivi di fondo e lungo le sponde a valle.

le verso monte, per l'innescarsi di fenomeni di erosione rimontante. La pila posta in prossimità del canale inciso, ha ceduto, provocando il crollo parziale del ponte (foto 51).

Nell'ottobre 1992, in occasione di una piena dell'Orco, la traversa posta a valle del ponte aveva già favorito l'innescarsi di fenomeni erosivi di fondo e laterali (foto 52).

Circa 500 m a valle del luogo citato, dopo un tratto ad unico canale ret-

tilineo caratterizzato da notevole velocità di deflusso, si trova il ponte dell'Autostrada Torino-Aosta. La pila centrale del ponte è stata danneggiata per abbassamento a seguito di accentuati processi di erosione al fondo, con conseguente cedimento del piano viario (foto 53).

Ancora per processi modellanti l'alveo "principale" (ampliamento della sezione) è stato distrutto un edificio in comune di Castellamonte.

L'edificio, ubicato in sinistra Orco di fronte all'abitato di Rivarotta, al confine tra i comuni di Castellamonte e Salassa (figura 44), si trovava in prossimità della sponda del torrente, in corrispondenza di un alto morfologico (forse una vecchia isola fluviale), compreso tra l'alveo "principale" attuale ed una forma fluviale relitta, ancora incisa.

Il torrente, lungo questo specifico tratto presentava prima dell'evento (da fotografie aeree del 1991), un alveo "principale" ad unico canale, derivato dalla trasformazione di un precedente alveo pluricursale, come evidenziato, dalla presenza in sponda destra, di canali di deflusso appartenenti all'originario modello. Anche sulla sponda sinistra, sono tuttora ben riconoscibili forme fluviali più antiche obliterate da pratiche agricole.

In occasione dell'evento eccezionale del settembre 1993 l'Orco ha ripreso l'antico andamento pluricursale riattivando canali laterali, su entrambe le sponde, compresi quelli in corrispondenza dell'edificio segnalato, occupando tutta l'area ed ampliando l'alveo "principale" per accentuati processi erosivi.

Un altro edificio è stato lesionato a sud di Rivarolo per erosione al piede del terrazzo insommergibile (Cascina Camagnino) ed arretramento della sponda di una ventina di metri. Le fratture apertesi sul piano campagna prossimo all'orlo del terrazzo hanno lesionato le strutture (foto 54). In corrispondenza della cascina, si è osservato l'affioramento in alveo di sedimenti fini, cementati e depositati in ambienti a minor energia e verosimilmente non legati all'attività del corso d'acqua, su cui si è impostato il canale di deflusso.

La scarpata del terrazzo insommergibile che si sviluppa in modo pressochè continuo tra Cuornè e Felletto, a partire da Vesignano di Rivarolo, è da tempo soggetta ad erosioni spondali che, in occasione della piena del settembre 1993, hanno determinato anche l'asportazione di parte di una strada, in corrispondenza del Castello di Malgrà a Rivarolo.



Foto 53 - Ponte dell'Autostrada Torino-Aosta. La pila centrale si è abbassata, provocando il cedimento del piano viario (deflusso da sinistra verso destra).

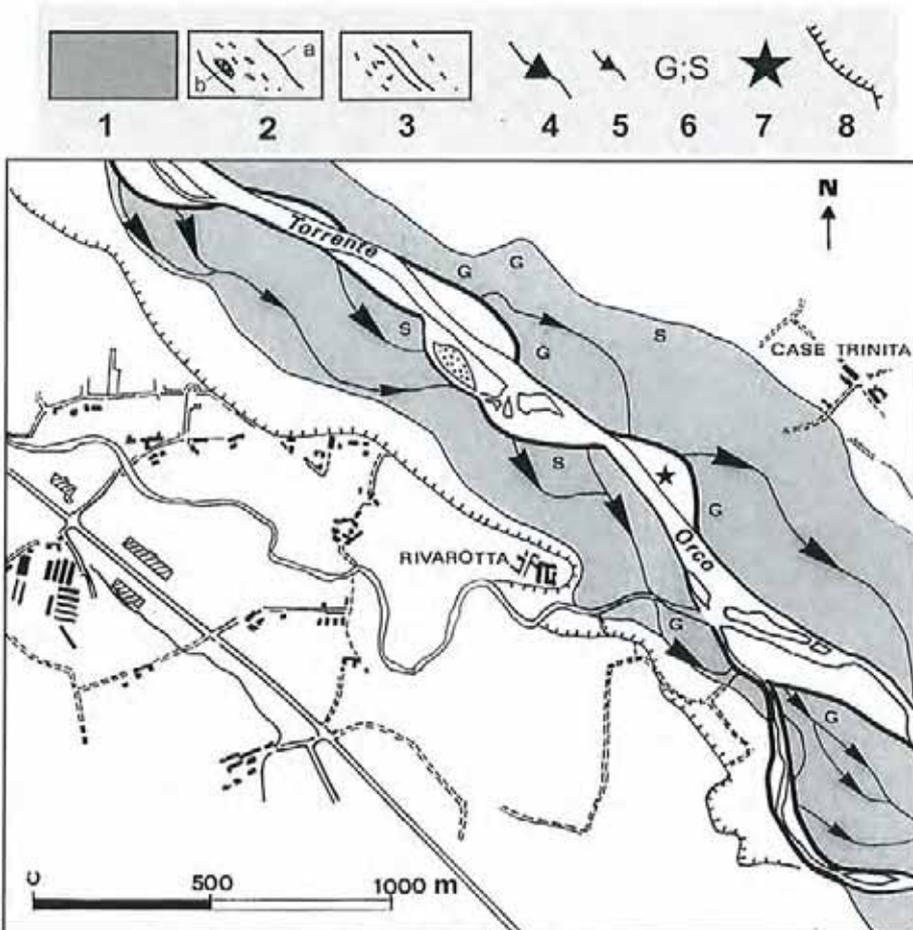


FIGURA 44 - Andamento dell'alveo principale e delle aree inondate, in corrispondenza della cascina abbattuta (ridisegno semplificato della Carta dei processi e degli effetti della piena del T. Orco del 23-24/9/1993, Regione Piemonte CSI). Legenda: 1) area inondata per esondazioni dall'alveo principale e da canali riattivati; 2) alveo principale modellato dalla piena del 23-24/9/1993, (a) tratto di sponda in erosione, (b) isola vegetata; 3) forme fluviali associate all'andamento del T. Orco da rilievi del 1975,1978 (Carta Tecnica Provinciale, alla scala 1:5000, Provincia di Torino); 4) canale di deflusso secondario, associato al sistema pluricursale, riattivato ed ampliato; 5) canale di deflusso secondario, associato al sistema pluricursale, solo riattivato; 6) G depositi grossolani, S depositi sabbiosi; 7) ubicazione della cascina asportata dal torrente; 8) orlo di terrazzo insommergibile.



FOTO 54 - Erosione in sponda destra, in prossimità di Cascina Camagnino: in alveo, lungo il canale di deflusso affiorano depositi fini, cementati (Villafranchiano?), indicati con la lettera S.

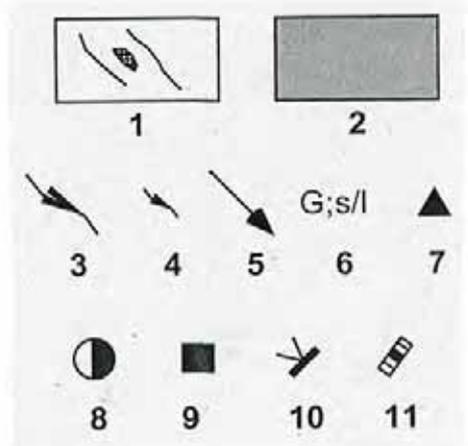
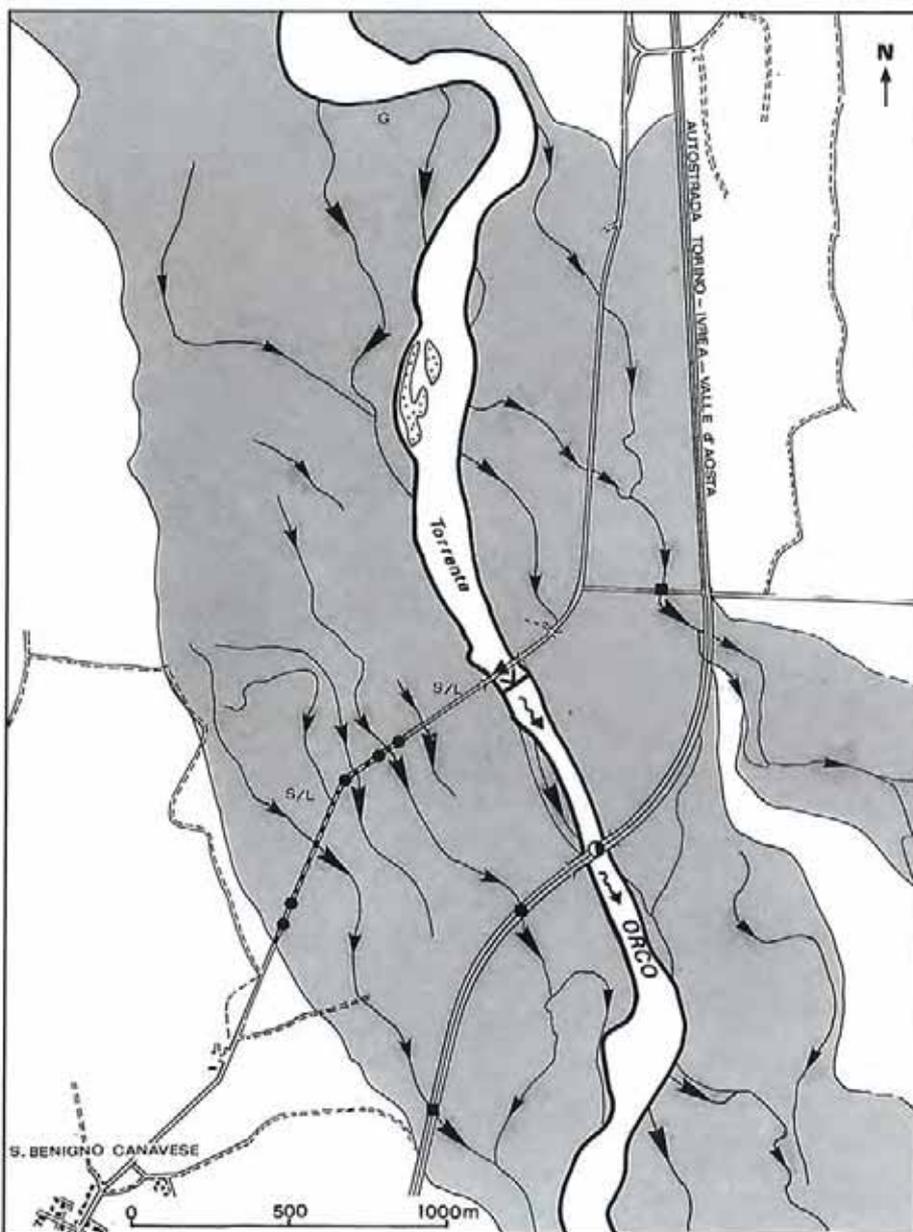


FIGURA 45 - Andamento dell'alveo principale e degli allagamenti in corrispondenza del ponte San Benigno-Fogglizzo e dell' Autostrada Torino-Aosta (ridisegno semplificato della Carta dei processi e degli effetti della piena del T Orco del 23-24/9/1993, Regione Piemonte CSI).

Legenda: 1) alveo principale modellato dalla piena del 23-24/9/1993, (in puntinato le isole vegetate); 2) area inondata per esondazioni dall'alveo principale e da canali riattivati; 3) canale di deflusso secondario, associato al sistema pluricursale, riattivato ed ampliato; 4) canale di deflusso secondario, associato al sistema pluricursale, solo riattivato; 5) erosione di fondo concentrata in un canale preferenziale; 6) G depositi grossolani (ciottoli) S/L depositi sabbioso-limosi; 7) ponte distrutto; 8) ponte lesionato; 9) sottopasso idraulico lesionato; 10) soglia idraulica parzialmente asportata; 11) rilevato stradale che ha favorito a monte l'innalzamento del livello idrico e che è stato in più punti (pallini) asportato per erosione.



Foto 55 - Strada Provinciale San Benigno-Fogizzo: parte prossima al ponte, in sponda destra. Si osservino lunghi tratti asportati del rilevato.

### Processi connessi alla riattivazione di canali

La pressochè totalità della zona geneticamente legata al sistema pluricursale è stata inondata da acque provenienti da canali di deflusso, ordinariamente non attivi.

Oltre alle aree che contengono lo sviluppo massimo dei canali appartenenti al sistema pluricursale, in parte ancora attivo fino agli anni '50, sono state inondate per riattivazione di canali anche fasce più esterne, che possono essere associate ad un più antico sistema pluricursale le cui forme sono ancora visibili nella disposizione dei campi, anche se talora, fortemente rimodellate.

Opere di attraversamento sottomensionate di canali e rilevati stradali, posti ortogonalmente alla direzione di deflusso delle acque di allagamento, sono stati in più di un'occasione asportati dalle acque (strada collegante Montanaro con la provinciale Ozegna-Rivarolo; Strada Provinciale San Benigno-Fogizzo; Autostrada Torino-Aosta, in prossimità del ponte sull' Orco).

Tra le infrastrutture viarie interferenti con i canali riattivati, che hanno subito gravi danni, è esemplificativo il caso della Strada Provinciale collegante San Benigno a Foglizzo, asportata parzialmente o totalmente dalle acque tra le progressive chilometriche 10+300-11 (foto 55). Il trat-

to stradale danneggiato attraversa un'area ricca di vie di deflusso preferenziale, rappresentate da canali laterali dell'Orco, attualmente utilizzati come rogge irrigue e da incisioni minori, ormai quasi completamente oblite dalle pratiche agricole (figura 45).

Il tratto stradale danneggiato ha svolto funzione di argine evidenziando differenti effetti associati al passaggio della piena a monte ed a valle del rilevato. A monte il livello si è innalzato ed abbassato lentamente, con deposizione di sedimenti fini. A valle dei tratti dove il rilevato è stato trascinata, si è determinata un'erosione al piede del manufatto stesso e la sua parziale o totale asportazione. In corrispondenza degli attraversamenti dei canali, l'acqua è defluita rapidamente, erodendo al piede il rilevato ed ampliando i canali stessi (foto 56).

Con meccanismi analoghi a quelli descritti, sono stati distrutti anche due sottopassi idraulici, lungo l'Autostrada Torino-Aosta (foto 57). L'innalzamento del livello delle acque di inondazione, per impedimento al deflusso dovuto a rilevati stradali, ha interessato in alcuni casi anche edifici posti a monte di essi.

Tra i canali riattivati, associati all'alveo pluricursale è da segnalare il rio Vercellino o Valassa, che ha provocato danni ed inondazioni lungo tutto il suo corso fino alla confluenza in Orco, a valle del ponte di Feletto. Questo canale laterale è attualmente utilizzato per scopi irrigui. Esso si



Foto 56 - Particolare del rilevato della provinciale San Benigno-Fogizzo, sfondato in prossimità di un sottopasso idraulico.



Foto 57 - Autostrada Torino-Aosta: interruzione dovuta allo sfondamento di un sottopasso idraulico.

dirama dall'Orco poco a valle del ponte collegante la SS 460 alla SS 565, a sud di Castellamonte.

Poche decine di metri più a monte dell'opera di regimazione della roggia, parte dall'Orco un altro canale, ancora ben inciso e confluyente nel Vercellino poco più a valle.

In corrispondenza delle diramazioni dei canali prima citati, l'Orco ha eroso profondamente la sponda sinistra, sfondando il setto di separazione e riattivando violentemente i canali citati.

La località maggiormente interessata dagli allagamenti associati al Vercellino è stata la frazione Gave, in comune di Rivarolo Canavese. Questa frazione era già stata colpita in passato da piene del torrente Orco alle seguenti date:

10/09/1938: le acque dell'Orco, dopo aver rotto in sponda sinistra si riversarono nel rio Vercellino ed investono Le Gave; la dinamica di questo episodio pare del tutto analoga a quella della piena del 1993;

25/09/1947: allagata la frazione, isolate 25 persone;

1956: allagamenti collegati all'Orco causano l'isolamento della frazione;

1960: allagata la frazione Gave;

06/10/1977: allagata totalmente la frazione: 42 persone isolate;

01/04/1981: allagamenti presso la frazione.

Oltre alla frazione Gave, anche molte altre località sono state inondate dal rio: in comune di Castellamonte, Rivarolo, Ozegna e Lusigliè.

#### **Processi prevalenti lungo il tratto a canale unico a valle del ponte dell'autostrada Torino-Milano**

A valle del ponte autostradale gli effetti associati al passaggio della piena sono stati più contenuti; in generale le inondazioni hanno interessato principalmente aree poste entro le arginature, senza recare danni di rilievo, ad eccezione dell'inondazione di alcuni edifici a servizio di una cava a Pratoregio. Anche lungo questo tratto, benchè non si siano verificate significative modificazioni della sezione per processi erosivi, tuttavia è da segnalare in corrispondenza della confluenza in Po la riattivazione di un ramo secondario da tempo abbandonato.

#### **Analisi dei dati storici riguardanti le piene del Torrente Orco verificatesi nell'ultimo secolo**

Sulla base dei dati relativi ad eventi di piena del T. Orco nel XX secolo (Banca Dati Geologica), è stata predisposta la tabella 7. Essa riporta l'elenco delle informazioni riguardanti gli effetti ed i danni indotti, suddivisi per comune coinvolto. Dalla serie viene evidenziata la pie-

na del 1993, sia per estensione delle aree colpite, sia per i danni registrati.

L'abbondanza di informazioni relative a questo evento è da ricollegarsi anche al fatto che esso è stato oggetto di rilevamenti diretti e specifici studi e, per questo motivo, risulta particolarmente documentato. Tuttavia bisogna ricordare che ad esso è associata la massima portata del torrente, 1600 m<sup>3</sup>/s, misurata a Spineto (Castellamonte).

Al contrario, alla seconda portata storica del torrente, misurata a Spineto (26/9/1947, 1410 m<sup>3</sup>/s), corrisponde una ridotta quantità di informazioni sul dissesto.

La scarsità di informazioni su dissesti associati alle piene storiche e, in particolare, a quella del 1947 può essere imputata in parte all'incompletezza delle serie raccolte, ma anche al fatto che l'analisi storica fornisce dati soprattutto inerenti eventi che hanno in qualche modo coinvolto le attività umane e pertanto non ne documenta la gravità intrinseca, ma piuttosto i danni provocati. Per questo motivo a completamento del dato storico e per una corretta valutazione degli eventi è necessario disporre sia delle portate storiche, sia di analisi dell'incidenza delle zone antropizzate sul territorio in esame. Nel caso specifico, lungo il torrente Orco, si sviluppa un'ampia fascia che, almeno fino agli anni '80, è stata scarsamente utilizzata ed in cui le acque di inondazione potevano liberamente defluire senza gravi conseguenze per le attività umane. Ne consegue che l'abbondanza delle informazioni sui danni associati alle piene verificatesi negli ultimi anni può anche essere imputabile al recente utilizzo di queste aree.

Dall'analisi dei dati della tabella 8 emergono alcune località ricorrentemente colpite: Gave di Rivarolo, Cortereggiò, Pratoregio.

Cortereggiò e Pratoregio in modo specifico sono ubicate a poche centinaia di metri dall'Orco e, in genere, sono interessate dai deflussi provenienti dall'alveo "principale" del torrente, mentre la località Gave, posta a distanza maggiore dal corso d'acqua viene inondata per riattiva-

**Tabella 8.** T. Orco: piene dell'ultimo secolo (Archivi Banca Dati Geologica) (EDIF = edifici; STR = strade; PON = ponti; ALT = altro; ERS = erosione spondale; ER.F = erosione di fondo; ALV = alluvionamento; ALL = allagamento generico).

Data	Comune - Località	DANNI				EFFETTI			
		EDIF	STR	PON	ALT	ERS	ER.F	ALV	ALL
24/09/20	Lusigliè Cascina Pianura								
24/09/20	Rivarolo								
17/05/26	Chivasso								
17/05/26	Chivasso Pratoregio								
10/09/38	Rivarolo Gave								
11/10/40	San Giorgio Cortereggio								
04/09/41	San Giorgio Cortereggio								
01/11/45	Chivasso								
01/11/45	San Giorgio Cortereggio								
25/09/47	Chivasso								
25/09/47	Chivasso Pratoregio								
25/09/47	Rivarolo Gave								
26/09/47	Chivasso								
04/09/48	Chivasso Pratoregio								
02/05/49	Chivasso								
02/05/49	Chivasso								
21/08/51	Chivasso								
26/09/56	Lusigliè Ciconio								
26/09/56	Ozegna Madonna								
26/09/56	Rivarolo								
26/09/56	Rivarolo Gave								
14/06/57	Chivasso								
14/06/57	Cuornè								
23/08/59	Brandizzo								
23/08/59	Settimo								
07/10/61	Cuornè								
15/11/62	Cuornè								
15/11/62	Foglizzo Ponte								
02/11/68	Ozegna								
02/11/68	San Giorgio								
30/10/76	Chivasso								
04/05/77	Rivarolo								
30/09/77	Rivarolo Vesignano Camagnino								
08/10/77	Chivasso Ponte A4 To-Mi								
08/10/77	Rivarolo Gave								
08/10/77	San Giorgio Cortereggio								
31/03/81	Feletto								
31/03/81	Rivarolo Gave								
31/03/81	San Benigno								
31/03/81	Volpiano								
12/10/87	Castellamonte								
12/10/87	Foglizzo								
12/10/87	Montanaro								
12/10/87	Rivarolo								
05/10/92	Chivasso								
08/10/92	Foglizzo Ponte								
23/09/93	Castellamonte Cassone								

zione di canali associati al sistema pluricursale.

Sempre dall'analisi storica emerge come il tratto di sponda insommergiabile, compresa tra Vesignano e Rivarolo, fosse soggetto, almeno dal 1977, ad intensi processi erosivi, gli stessi che, durante l'evento del 1993, hanno provocato l'asportazione di parte della nuova tangenziale di Rivarolo e che hanno seriamente compromesso la stabilità della Cascina Camagnino.

Emerge, infine, che dal 1926 sono stati ricorrenti i danni ai ponti per erosioni spondali o del fondo. Tre sono le segnalazioni di ponti distrutti: due nel settembre 1993; uno nell'ottobre 1977, quando, durante una piena, peraltro non particolarmente eccezionale, forti processi di erosione accelerata del fondo alveo causarono il cedimento di una delle pile del ponte dell'Autostrada Torino-Milano ed il crollo del piano viario di una delle corsie di marcia.

### Considerazioni conclusive, relativamente al tratto di pianura del Torrente Orco.

La piena del Torrente Orco del settembre 1993 è stata una delle maggiori dell'ultimo secolo, forse la più importante, sia dal punto di vista delle portate che dei danni causati.

I rilevamenti di campagna e le indagini fotointerpretative hanno messo in luce alcuni aspetti significativi del comportamento del sistema fluviale in concomitanza al passaggio di una piena eccezionale. Al riguardo si possono formulare le seguenti considerazioni:

- l'alveo del torrente Orco prima dell'evento era caratterizzato, per la quasi totalità del suo andamento dalla presenza di un unico canale anche a causa dei massicci interventi finalizzati al contenimento dei deflussi in fasce sempre più ristrette. Dopo l'evento del settembre 1993 l'originario modello a canali plurimi si è riaffermato, attraverso processi modellanti caratteristici degli alveo-tipi pluricursali;
- in corrispondenza di ponti, in cui

la sezione dell'alveo risultava pesantemente ristretta dai manufatti d'accesso, l'attività erosiva si è esplicata a fondo alveo, con conseguenze gravi sulle strutture;

- nelle aree inondate i danni più consistenti si sono avuti sulle infrastrutture interferenti con i canali riattivati appartenenti al sistema pluricursale;
- oltre alle località che risultano ricorrentemente danneggiate dal T. Orco, durante quest'evento, si sono registrati danni anche a strutture più recenti, ubicate in aree che presentano ancora evidenti caratteristiche morfologiche legate al sistema pluricursale.

L'analisi del dato storico, ha posto in evidenza che, per questo tratto, i danni associati a piene non contenute, sono stati abbastanza limitati, proprio per la presenza dell'ampia fascia associata al modello pluricursale, scarsamente utilizzata sino all'ultimo ventennio. Questa constatazione dovrebbe portare alla consapevolezza che ogni corretto intervento sul territorio può derivare solo da una profonda conoscenza del modello fluviale e della sua possibile risposta, agli eventi di piena in termini di meccanismi di propagazione dei deflussi.

### 5.6. Valli di Lanzo (TO)

(P. Tonanzi)

Le Valli di Lanzo, ubicate a circa 60 km a NO di Torino (figura 46), sono state tra le valli maggiormente colpite dall'evento alluvionale del settembre 1993.

La Val Grande, caratterizzata dalla presenza di un fondovalle non molto ampio e localmente ristretto dalla presenza di conoidi alluvionali, è stata pesantemente interessata nel corso della piena del T. Stura da fenomeni di erosione spondale, disallineamento e di alluvionamento che hanno causato gravi danni ai principali centri abitati vallivi (Forno Alpi Graie, Ricchiardi, Pialpetta, Chialamberto, Cantoira).

Ad eccezione del conoide di Forno Alpi Graie, le altre aree edificate sui conoidi presenti nella valle non sono state interessate da fenomeni di dissesto dato lo scarso trasporto solido lungo gli affluenti minori del T. Stura. La valle di Ala ha risposto in maniera migliore all'evento alluvionale, essendo localmente caratterizzata da un fondovalle molto inciso povero di materiali detritici facilmente mobilizzabili e da versanti in roccia affiorante o subaffiorante.

Queste caratteristiche, nonché la piovosità minore e l'assenza di centri

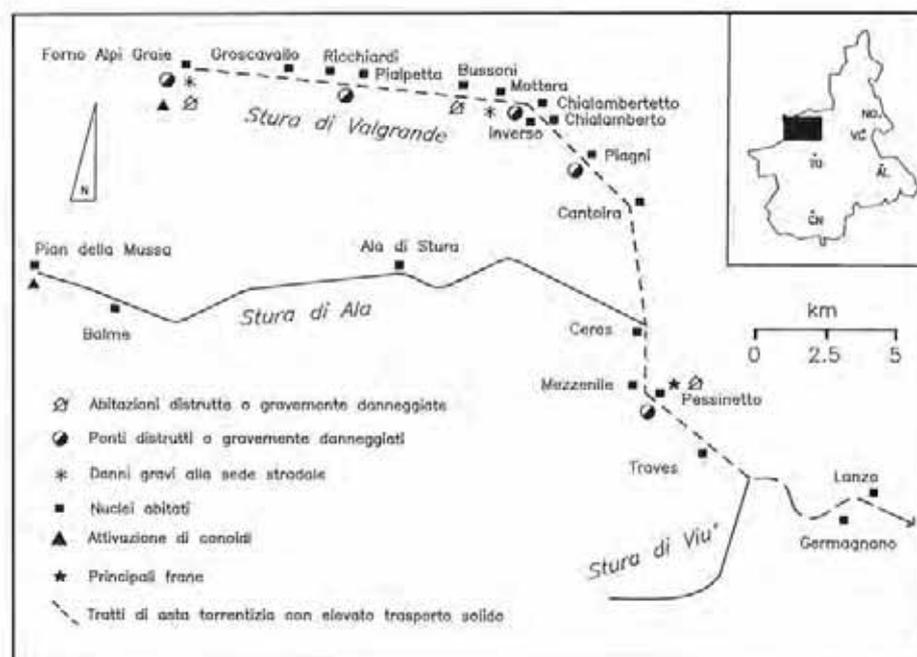


FIGURA 46 - Valli di Lanzo (TO). Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale del settembre 1993.

abitati in prossimità dell'alveo, hanno fatto sì che la piena del T. Stura di Ala, essenzialmente liquida, non abbia causato danni rilevanti.

Un discorso a parte merita il Pian della Mussa, geomorfologicamente differente dal resto della valle, dove la riattivazione dei conoidi ivi presenti ha causato la diversione dell'alveo dello Stura dal suo originario percorso ed il danneggiamento delle infrastrutture presenti lungo l'estesa piana alluvionale.

La valle di Viù, geomorfologicamente simile alla valle di Ala, è stata marginalmente interessata dalle intense precipitazioni che hanno colpito le zone limitrofe e pertanto non ha evidenziato rilevanti problemi di natura idrogeologica.

Tra le ore 12 e le ore 14 del 24 settembre la piena del Torrente Stura di Valgrande, caratterizzata da un ingente trasporto solido, ha provocato notevoli danni nei Comuni di Groscavallo, Chialamberto, Cantoira, Pessinetto e l'interruzione della Strada Provinciale subito a monte di Chialamberto.

Quasi tutti i ponti e le passerelle di attraversamento del torrente Stura sono stati distrutti o gravemente danneggiati, numerosi sono i tratti dove il torrente ha cambiato corso e prodotto estesi fenomeni di erosione spondale e minori quelli dove ha depositato materiale alluvionale.

Successivamente all'ondata di piena del Torrente Stura, il centro abitato di Forno Alpi Graie nel Comune di Groscavallo è stato interessato dalla riattivazione del conoide nei pressi del quale è edificato il paese.

Dalla morena frontale del ghiacciaio del Mulinet si sono mobilizzati, tra le ore 16 e le ore 19 del 24 settembre 1993, ingenti quantitativi di depositi morenici che hanno raggiunto il centro abitato di Forno depositando sabbia, ciottoli e blocchi per una altezza che in certi punti ha raggiunto i 4-5 metri, invadendo i piani terra di numerose abitazioni, negozi ed un albergo.

Il vecchio alveo è stato completamente occluso ed il T. Stura si è ricavato un nuovo alveo pensile rispetto all'abitato.

Nelle frazioni Groscavallo, Ricchiardi



Foto 58 - Comune di Chialamberto (TO): località Bussoni. Edificio di civile abitazione, ubicato lungo l'alveo di piena ordinaria del T. Stura. L'edificio è stato circondato dalle acque nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993.



Foto 59 - Comune di Chialamberto: località Mottera. Frana per erosione al piede del rilevato della Strada Provinciale. L'interruzione della strada ha isolato la parte alta della Valgrande per alcuni giorni.

e Pialpetta la piena del T. Stura ha provocato estese erosioni spondali, la distruzione di ponti e passerelle nonché l'allagamento di alcune abitazioni e la distruzione dei campi sportivi e delle aree attrezzate.

Nel territorio comunale di Chialamberto, estese erosioni spondali, esondazioni con elevato trasporto solido grossolano ed allagamenti hanno interessato le località Bussoni, Mottera, Chialambertetto, Chialamberto concentrico ed Inverso.

In località Bussoni (foto 58) un edificio, situato lungo l'alveo di piena del T. Stura in sinistra idrografica, è

stato circondato dalle acque della piena che hanno depositato un ingente quantitativo di materiali ghiaioso-sabbiosi.

Presso la frazione Mottera (foto 59) il torrente ha eroso il versante orografico sinistro asportando la Strada Provinciale per un tratto di circa 50 m, danneggiando gravemente la passerella sullo Stura ivi presente.

A monte di Chialambertetto è stato completamente asportato il ponte di collegamento con la frazione Cossiglia (foto 60).

A Chialambertetto inoltre una marcata erosione fluviale ha generato



Foto 60 - Comune di Chialamberto: località Cossiglia. Crollo del ponte sul T. Stura causato dall'erosione torrentizia in sponda destra che ha completamente asportato la spalla del ponte.



Foto 61 - Comune di Chialamberto: località Inverso. Fenomeno di intensa erosione in sponda destra che ha asportato alcune decine di metri di campi coltivati a prato minacciando gli edifici della frazione Inverso.



Foto 62 - Comune di Cantoira (TO): località Piagni. Ponte sul T. Stura danneggiato nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993. I rilevati di accesso al ponte sono stati aggirati ed asportati a causa della ridotta sezione di deflusso ostruita dal legname trasportato dalla piena.

localmente scarpate alte anche 6 metri: il ciglio superiore di una di esse coincide con uno spigolo della chiesa di San Matteo. È stata inoltre asportata una passerella sul T. Stura. A Chialamberto concentrico, a causa della rilevante azione di erosione spondale nel corso della piena, si sono riscontrati notevoli danni alle infrastrutture ubicate in prossimità dello Stura. In particolar modo è stata danneggiata la località Inverso (foto 61) dove il ponte che collega la frazione al concentrico ha subito alcuni danni e dove un'intensa erosione ha distrutto parecchi metri di difese spondali. L'acquedotto di valle è stato gravemente danneggiato in più punti lungo lo Stura.

Anche il Comune di Cantoira ha subito danni ai manufatti ubicati lungo l'asta torrentizia. In particolare è stata rilevata una marcata erosione spondale in località Cantoira concentrico, la distruzione dei ponti in località Balme e Piagni (foto 62) ed una accentuata divagazione dell'alveo in località Case Ghitta - Balme - Piagni.

Sebbene in misura inferiore rispetto ai danni riportati dai comuni dell'alta valle, anche il territorio comunale di Ceres ha subito danni alle infrastrutture ubicate lungo l'asta fluviale. Sono state rilevate notevoli erosioni fluviali che, in particolare lungo la sponda idrografica sinistra, hanno creato situazioni di pericolo immediatamente a valle del ponte della strada che collega Ceres a Fè e della confluenza tra la Stura di Val Grande e quella di Ala dove sono presenti alcune abitazioni (foto 63). Per quanto riguarda i danni riportati dal Comune di Mezzenile si sottolinea che la limitata estensione del territorio comunale lungo l'asta del T. Stura ha limitato gli stessi alla zona compresa tra il ponte ferroviario e quello stradale. In questa zona sono state rilevate delle erosioni spondali che hanno generato scarpate alte circa 5 metri.

Verso le ore 12.00 del 24 settembre, una frana (foto 64) con un fronte di circa 70-80 m, originata dallo scivolamento della copertura detritica, ha interessato l'abitato di Pessinetto subito a monte del Municipio, pro-

vocando il crollo totale di due case e l'accumulo di materiale a ridosso di numerose altre, tra cui un albergo, che sono state invase dai detriti al piano terreno ed hanno dovuto essere evacuate. La frana ha interessato marginalmente anche la Strada Provinciale.

A causa dell'evento alluvionale è crollato il ponte della ferrovia Torino-Ceres (foto 65) vicino alla stazione di Pessinetto. La linea ferroviaria risulta inoltre danneggiata in alcuni punti per erosione della massicciata. Estesi fenomeni di erosione spondale hanno causato danni alle difese idrauliche ed alle passerelle presenti sul territorio comunale.

È stata inoltre rilevata la riattivazione di un paleoalveo immediatamente a monte del concentrico.

La modesta estensione del territorio comunale di Traves lungo il F. Stura ha fatto sì che i danni registrati si siano limitati a fenomeni di erosione spondale in corrispondenza del ponte sul corso d'acqua principale.

I danni riportati dal Comune di Ger-



Foto 63 - Comune di Ceres (TO). Edificio di civile abitazione prossimo al ciglio di una scarpata di erosione del T. Stura.

magnano riguardano essenzialmente le opere idrauliche in sinistra idrografica lungo la Strada Provinciale e quelle in prossimità del cimitero in destra idrografica.

Nella valle di Ala sono stati rilevati

danni diffusi anche se meno gravi rispetto a quelli della Val Grande. Il Comune di Ala di Stura ha subito danni ad alcune passerelle non carrozzabili, alle prese degli acquedotti delle varie frazioni ed alle strade



Foto 64 - Comune di Pessinetto (TO): frana in località Municipio. Il dissesto ha pesantemente coinvolto alcuni edifici di civile abitazione. Due di essi sono stati completamente distrutti.

vicinali. Nel Comune di Balme è franato un tratto di strada in località Chialambertetto ed in varie zone si sono registrati piccoli franamenti e danni lungo l'asta del T. Stura.

Il Pian della Mussa è stato oggetto di notevole trasporto solido che ha causato la diversione dell'alveo della Stura dal suo originario percorso e l'abbondante deposito di materiale ghiaioso grossolano su di una vasta superficie (foto 66).

La Valle di Viù è stata marginalmente interessata dall'evento alluvionale riportando modesti danni nei Comuni di Viù, Lemie ed Usseglio, consistenti in piccoli crolli, danni puntuali alle difese spondali e locali fenomeni di erosione spondale da parte della Stura di Viù.



FOTO 65 - Comune di Pessinetto: località capoluogo. Ponte ferroviario sul T. Stura crollato nel corso della piena.

#### 5.6.1. LA RIATTIVAZIONE DEL CONOIDE DI FORNO ALPI GRAIE (P. Tonanzi)

Il conoide di Forno Alpi Graie si è riattivato a seguito della mobilitazione di ingenti quantitativi di depositi morenici che, staccatisi dalla morena frontale del ghiacciaio del Mulinet per il probabile repentino svuotamento dell'invaso creatosi a monte della morena a seguito delle intense precipitazioni, hanno raggiunto la frazione abitata depositando sabbia, ciottoli e blocchi per una altezza che in certi punti ha raggiunto i 4-5 metri (figura 47).

La lava torrentizia generatasi a seguito del collasso di un settore della morena frontale (foto 67, 68), dopo essersi incanalata lungo l'alveo inciso del T. Bramafam, ha mobilitato ulteriori depositi sciolti lungo il suo percorso (foto 69), ha raggiunto la piana alluvionale a monte di Forno (foto 70), colmandola interamente con 1-2 metri di depositi, ed ha proseguito fino alla confluenza con il T. Stura di Sea provocando seri danni alla frazione abitata di Forno Alpi Graie (foto 71, 72).

Il dislivello totale coperto dalla lava torrentizia è stato di circa 1.300 metri su di una distanza superiore ai 3 km. Tale fenomeno, che ha avuto origine presso la testata del Torrente



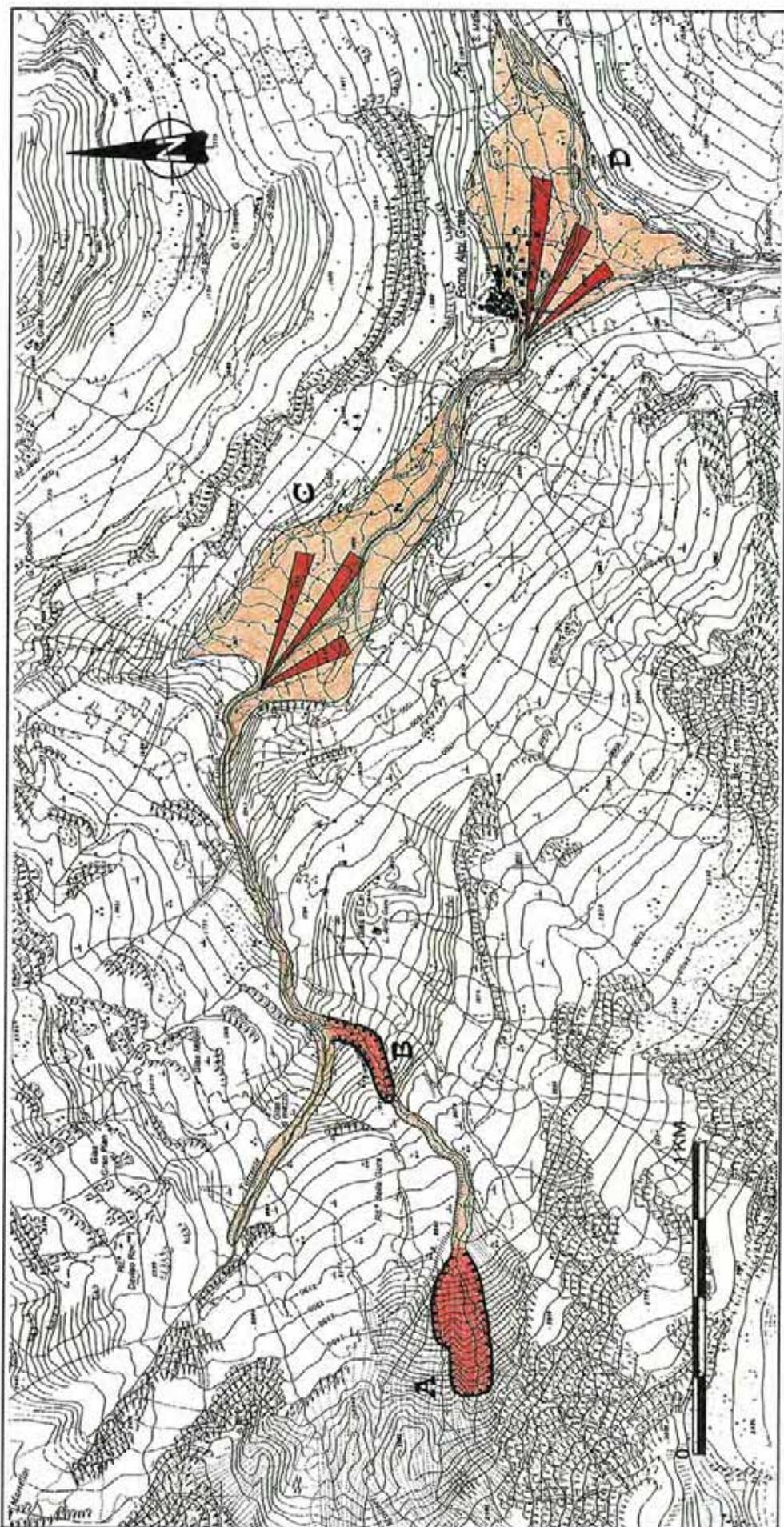
FOTO 66 - Comune di Balme (TO): località Pian della Mussa. Riattivazione dei locali conoidi che hanno provocato un generale sovralluvionamento del fondovalle, divagazioni dei corsi d'acqua ed interruzioni in più punti della S.P. 1.

Bramafam a circa 2.500 m s.l.m.m., alcune centinaia di metri a valle del limite inferiore attuale del ghiacciaio del Mulinet, ha generato nella morena frontale una profonda incisione, lungo la massima pendenza, di forma allungata e con sviluppo di circa 400 metri.

L'incisione presenta una larghezza presso il settore apicale di circa 130 m, mentre l'altezza delle scarpate laterali risulta variabile, maggiore sul versante orografico sinistro ove, presso la testata, raggiunge gli 80 m cir-

ca; l'altezza media è nell'ordine dei 50 m. Tali scarpate presentano inclinazione variabile da 50° a 70°- 80° nella parte apicale.

Il deposito morenico parzialmente collassato è formato da un insieme eterometrico costituito da abbondanti materiali fini limoso-sabbiosi inglobanti ghiaia e blocchi aventi dimensioni sino ad alcuni metri cubi. Sulla base dell'esame delle aereofotografie precedenti all'evento e sulla base dei dati di cui sopra, si stima che il volume complessivo dei mate-



- A = Morena frontale del Ghiacciaio del Mulinet
- B = Conoide del T. Bramafam
- C = Piana alluvionale a monte di Forno Alpi Graie
- D = Conoide di Forno Alpi Graie

-  Aree franate
-  Conoidi riattivati
-  Aree interessate dal trasporto solido

FIGURA 47 - Comune di Groscavallo (TO).  
 Schema del dissesto presso la località Forno Alpi Graie.



FOTO 67 - Panoramica dei rilievi a monte di Forno Alpi Graie. Da notare l'incisione nella morena frontale del ghiacciaio del Mulinet, visibile al centro della foto, ad una quota di circa 2500 m s.l.m.



FOTO 68 - Particolare dell'incisione nella morena frontale del ghiacciaio del Mulinet. Il parziale collasso della morena nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993 ha dato origine all'intenso trasporto solido che ha pesantemente colpito la frazione di Forno Alpi Graie.

riali collassati in questa zona e trasportati a valle sia dell'ordine dei 1.0-1.5 milioni di metri cubi.

Le scarpate di neoformazione, presentando un'angolo decisamente superiore all'angolo di riposo dei materiali costituenti i pendii circostanti, risultano attualmente in condizioni critiche di stabilità. Tale situazione è rilevabile anche dai giunti di trazione originatisi a tergo delle scarpate di neoformazione più ripide. L'evoluzione del fenomeno, che comporta il raggiungimento sulle scarpate laterali dell'incisione dell'angolo di riposo, prevede una ulteriore mobilitazione di materiali sino a volumi indicativamente valutabili in un milione di m<sup>3</sup>.

In prossimità del lago della Gura, tra i 1800 e i 1900 m, è presente il conoide alluvionale del T. Bramafam che è stato parzialmente coinvolto ed inciso dai materiali collassati dalla sovrastante morena durante l'evento del settembre 1993.

Da tale conoide, che attualmente presenta una incisione con uno sviluppo di circa 300 m, una larghezza media di 50 ed una altezza compresa tra 10 e 30 m, si stima che siano stati mobilizzate alcune centinaia di migliaia di metri cubi di materiale detritico che hanno contribuito ad alimentare il conoide di Forno Alpi Graie durante la piena del settembre '93.

Le scarpate laterali si presentano attualmente subverticali ed in precario equilibrio ed il loro assestamento secondo l'angolo di attrito interno proprio di questi materiali prevede una ulteriore mobilitazione di alcune centinaia di migliaia di metri cubi.

Da segnalare che l'ampia piana alluvionale immediatamente a monte di Forno ha mitigato gli effetti del trasporto in massa accumulando ingenti quantitativi di depositi su di una superficie superiore ai 500.000 m<sup>2</sup>. Il basso gradiente di pendenza della piana ha favorito la deposizione di circa 0.5 - 1 milioni di metri cubi di detrito, sottraendo alla colata materiale che avrebbe altrimenti raggiunto la frazione abitata causando verosimilmente danni maggiori di quelli registrati.



Foto 69 - Particolare del conoide del T. Bramafam posta a circa 1850 m s.l.m. in prossimità dei laghi della Gura. Il materiale detritico costituente il conoide è stato parzialmente mobilizzato nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993 ed ha contribuito ad alimentare il trasporto solido durante la piena.



Foto 70 - Piana alluvionale a monte di Forno Alpi Graie interessata dall'ingente trasporto solido nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993. Da notare l'enorme quantità di materiale detritico grossolano mobilizzato e depositato durante la piena.



Foto 71 - Comune di Groscavallo (TO). Frazione Forno Alpi Graie: la piazza centrale del paese invasa dai depositi detritici grossolani lasciati dalle acque del T. Stura nel corso della piena.



FOTO 72 - Comune di Groscaivallo. Frazione Forno Alpi Graie: la via principale del paese lungo la quale si sono incanalate le acque del T. Stura nel corso della piena del settembre 1993.

### Dati storici

Spesso, da più parti, viene sottolineata l'eccezionalità dell'evento alluvionale del settembre 1993. Ma a dimostrazione che eventi calamitosi del genere non sono poi così infrequenti, vengono brevemente riassunte alcune notizie storiche tratte dall'archivio della Banca Dati Geologica circa alcuni dissesti verificatisi nel Comune di Groscaivallo.

Da: L. CLAVARINO, *Saggio di corografia statistica e storica della Valle di Lanzo*, 1867:

«Fin dai tempi più remoti queste valli andarono soggette a devastazioni per cagione delle piogge, e la storia ne ha registrato le principali. In una inondazione, vero diluvio d'acque, sopravvenuto il 7 agosto 1469 furono distrutti 13 ponti, 10 fucine, tutte le strade... Il 13 e 14 maggio 1549 una pioggia sterminata che succedette a diverse scosse di terremoto cagionò una generale inondazione che distrusse quanti prati si trovavano lungo le valli. Nel giorno di San Matteo dell'anno 1640 in Forno-Groscaivallo le rovine ed inondazioni distrussero talmente i beni... Verso il 1700 due frazioni in Valle Grande, denominate Cianscia e Teppe, dipendenti del Comune di Groscaivallo, l'una popolata da quaranta famiglie, l'altra da quindici, furono sepolte sotto le rovi-

ne di montagne che un diluvio d'acque fece crollare... Il 2 giugno 1789, dopo una spaventosa procella ed una pioggia a torrenti, enormi rocce si precipitarono dai Rivi Unghiasse e Vercellina sulla sinistra della Stura di Groscaivallo, e da quelli di Missirola, Croset e Torrione sulla destra, e cagionarono ai sottoposti Comuni di Forno, Groscaivallo, Bonzo...».

Da: FRATELLI GIOVANNI & PASQUALE MILONE, *Notizie delle Valli di Lanzo*, 1911:

«...Altra memorabile inondazione in Val Grande si è quella del 1846. In ottobre il Torrente Vercellina, trasformatosi per le lunghe piogge e per lo squagliamento della neve, già caduta sulla cima delle montagne, in un vero fiume di vortici spaventosi, corrose le pareti dei monti, fra cui scorre, ostruendo con l'immane cumulo di detriti la Stura al suo confluente. Questa arrestata nel suo corso, rigurgitando allagò la valle superiormente alla Migliere, poi tutto ad un tratto le acque si sprigionarono e si gettarono con spaventosa violenza giù per la valle, abbattendo ponti, rompendo dighe, rovinando strade, asportando terreni e case, coprendo di ghiaia e di macigni i prati, recando nel suo corso la rovina e la desolazione...».

### 5.6.2. LAVORI DI CONSOLIDAMENTO SULLA FRANA DI PESSINETTO (TO) (G. Arcuri, R. Perrone)

Nel Comune di Pessinetto (TO) un esteso fenomeno franoso per fluidificazione delle coperture superficiali-

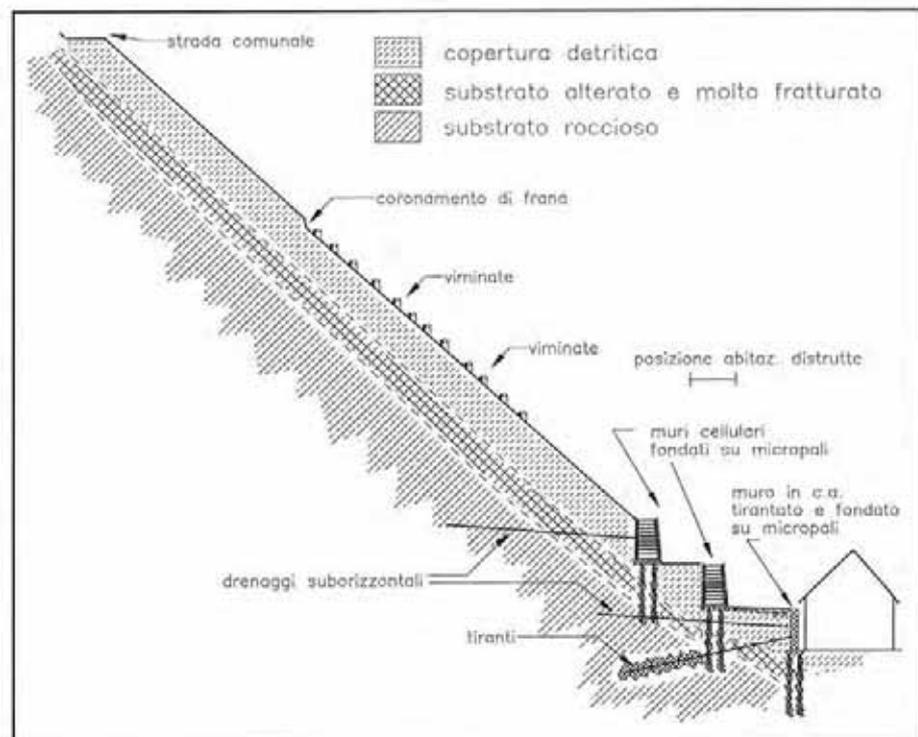


FIGURA 48 - Pessinetto (TO). Sezione schematica del versante interessato dal movimento franoso; sono riportati gli interventi di sistemazione.

li, ubicato lungo il versante che domina il capoluogo, ha coinvolto sette fabbricati due dei quali sono stati completamente distrutti (foto 64). Il dissesto, causato dalla saturazione della coltre detritica costituita da materiale grossolano inglobato in una matrice fine, ha mobilitato una ingente quantità di materiale solido che ha invaso la sottostante Strada Provinciale causandone la chiusura temporanea. Il Servizio Interventi Progettuali Geologico-Tecnici, Pronto Intervento e Verifica Grandi Opere Infrastrutturali del Settore Geologico si è attivato tempestivamente all'indomani dell'evento franoso in merito alla redazione del progetto esecutivo di sistemazione della frana. Il progetto prevede opere di sostegno al piede, sistemazioni superficiali sul corpo di frana e la regimazione delle acque superficiali. Sono previste le seguenti opere (figura 48):

- muri in c.a. ad altezza variabile da 2.5 a 5.6 m, fondati su micropali e tirantati tramite tiranti da 50 t lunghi 22 m;
- due ordini di muri cellulari fondati su micropali, ad altezza di 5.2 e 4.2 m;
- messa in posto di drenaggi suborizzontali a lunghezza di circa 18 m, intestati alle spalle del muro cellulare alto e dei muri in c.a.;
- riprofilatura del versante;
- opere di ingegneria naturalistica (viminate, palizzate e grate vive) con funzione antierosiva e di sostegno delle coltri superficiali sul corpo di frana, su di una superficie di circa 4000 m<sup>2</sup>;
- allontanamento delle acque superficiali dal corpo di frana.

FIGURA 49 - T. Mardarello, distribuzione degli alluvionamenti associati al trasporto in massa del 23/9/1993.

Legenda: 1) area alluvionata da sedimenti grossolani, inglobati in una matrice limosa; 2) area alluvionata da sedimenti essenzialmente fini; 3) erosione di sponda; 4) tracciamento di materiale dal muro di difesa; 5) tracce di deflusso sul piano viario di acqua e fango; 6) ponte che ha innescato fenomeni di rigurgito; 7) ponte danneggiato.

### 5.7. Bacino della Dora Riparia (G. Bellardone, F. Forlati, con la collaborazione di S. Raffone & F. Tamberlani)

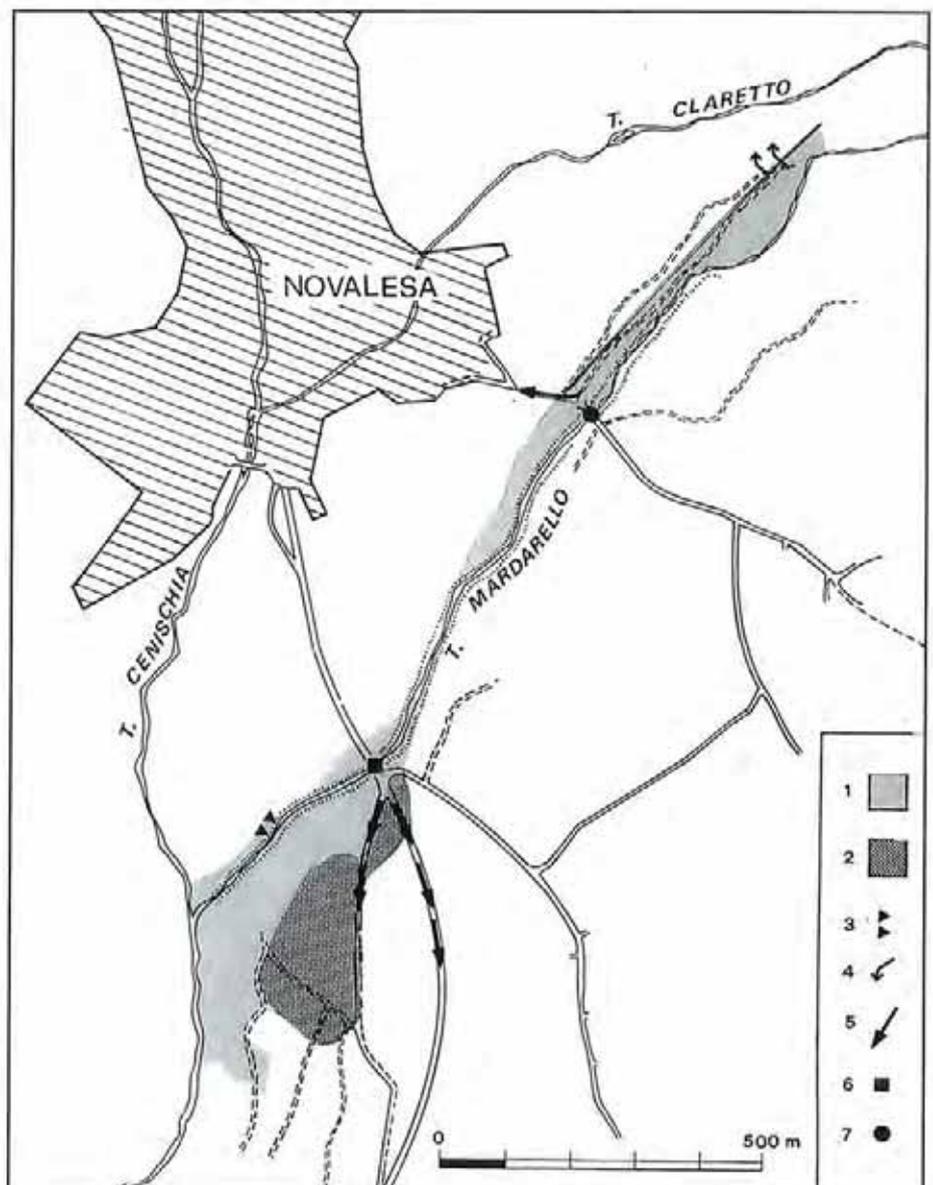
La Val di Susa è stata solo marginalmente interessata dall'evento alluvionale del settembre 1993, tuttavia si sono registrati piene e fenomeni di trasporto in massa, lungo alcuni tributari. Quelli che hanno dato luogo ai processi più rilevanti sono stati il T. Mardarello (Novalesa, Val Cenischia, trasporto in massa), il T. Clarea (Giaglione, piena con abbondante trasporto solido), rio Gran Gorgia (Bardonecchia, Valle Stretta, trasporto in massa), ed il Rio Almiane (Bardonecchia, Vallone di Rochemolles, probabile trasporto in massa, informazione indiretta).

I processi che hanno coinvolto maggiormente strutture antropiche sono imputabili ai torrenti Mardarello, Clarea, Gran Gorgia.

#### Torrente Mardarello

Il Torrente Mardarello nasce dal Rocciamelone, a quota 2600 m circa. Esso scorre nella parte medio alta del bacino essenzialmente in calcescisti, cui si accompagnano abbondanti depositi detritici e confluisce nel T. Cenischia poco a valle dell'abitato di Novalesa.

Un tratto in cascata separa il corso superiore del Mardarello dalla zona di conoide, dove scorre in un alveo inciso, nella parte medio alta, più ampio e meno affermato nella parte



a valle del ponte della provinciale Susa-Venaus. Lo sviluppo complessivo del corso d'acqua in conoide è circa 1 km.

Caratteristiche di questo torrente sono le piene pressoché annuali, con abbondante trasporto solido. L'episodio del settembre 1993 è stato, comunque uno dei maggiori degli ultimi anni, per estensione delle aree alluvionate. Durante quest'evento, il torrente ha dato luogo ad un tra-

sporto in massa di notevoli proporzioni, con estesi alluvionamenti in conoide, soprattutto nel tratto compreso tra la provinciale Novalesa-Venaus e la confluenza nel Cenischia (figura 49, foto 73). Il ponte sulla provinciale è stato sormontato dalla colata che ha invaso anche la sede stradale. In prossimità del ponte della provinciale è stata sommersa dai depositi anche un'area attrezzata a scopo ricreativo (foto 74).

In generale, la colata si è propagata nella zona compresa tra il muro costruito dal Genio Civile a protezione della sponda destra negli anni '50 e l'alveo, nella parte a monte della strada Novalesa Sant'Anna, ricoprendo sedimenti depositati da vecchie colate. Lungo la strada che collega Sant'Anna a Novalesa, è defluita verso il capoluogo, la parte più liquida della colata, giungendo fino alle prime case dell'abitato.

A valle del ponte della Provinciale per Venaus, fino alla confluenza con il Cenischia una vasta area è stata alluvionata da sedimenti grossolani inglobati in una matrice limosa, nelle zone prossime al Mardarello, essenzialmente fini, nelle aree più distali. È da rilevare che esiste una situazione di potenziale pericolo per l'abitato di Novalesa dovuta al fatto che la zona apicale del conoide del Mardarello si presenta sopraelevata rispetto alla zona apicale del conoide del torrente Claretto, posta immediatamente e nord, che attraversa l'abitato di Novalesa. Il muro che separa le due zone apicali al momento attuale risulta interrato dal materiale depositato dal Mardarello ed,



FOTO 73 - Panoramica di parte del materiale depositato dal Mardarello, nel settore di conoide compreso tra il ponte della provinciale Novalesa - Venaus (sullo sfondo), e la confluenza con il Cenischia (in primo piano, coperta dal versante). Viene indicato (V bianche) il limite della zona interessata da alluvionamenti.



FOTO 74 - Particolare del materiale depositato, poco a valle del ponte sulla provinciale Novalesa-Venaus; da osservare il cancello completamente sommerso dai sedimenti, ma non lesionato ed, in primo piano, verso sinistra (evidenziata), la rete metallica piegata ma non divelta, a testimonianza di lente velocità di propagazione della colata (deflusso verso sinistra).

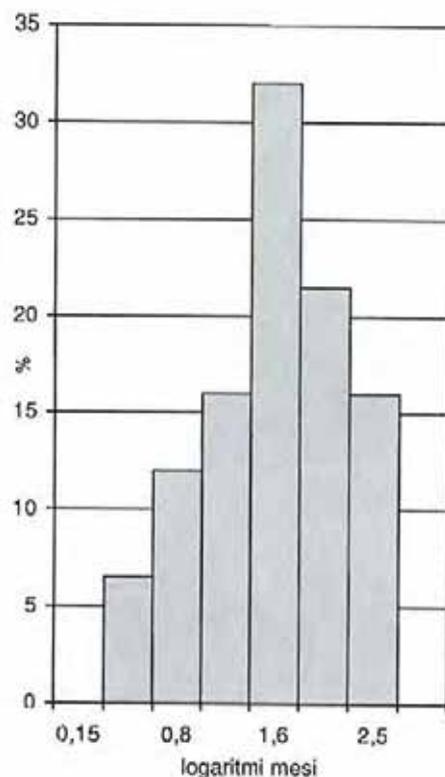


FIGURA 50 - Ricorrenze degli episodi di piena più significativi del T. Mardarello, con associati danni.

in alcuni tratti, fuoriesce dal «piano campagna» per altezze inferiori al metro.

È necessario, pertanto, predisporre interventi nella zona apicale che scongiurino il pericolo di un'eventuale deviazione anche temporanea del Mardarello, verso il Claretto.

Dall'analisi dei dati storici riguardanti l'attività dei corsi d'acqua ed i processi lungo i versanti, interessanti il territorio Piemontese, emerge che, dal 1860 al 1993, sono state almeno 24 le piene del Mardarello con associati danni, con una ricorrenza media di 3,88 anni. L'istogramma di figura 50 è stato ottenuto utilizzando le ricorrenze degli eventi più significativi. Negli anni successivi si sono registrate altre piene del Mardarello, seppur di minore entità: nel giugno 1994 e nell'agosto 1995.

### Torrente Clarea

Il bacino del torrente Clarea si sviluppa lungo il versante sinistro della Valle Susa, con andamento nord ovest, sud est, e confluisce nella Dora Riparia tra Chiomonte e Giaglione. Nel settembre 1993, il T. Clarea fece registrare una notevole piena, con abbondante trasporto solido, soprattutto nella parte medio-alta del suo corso, fino al ponte in corrispondenza di località Gorana.

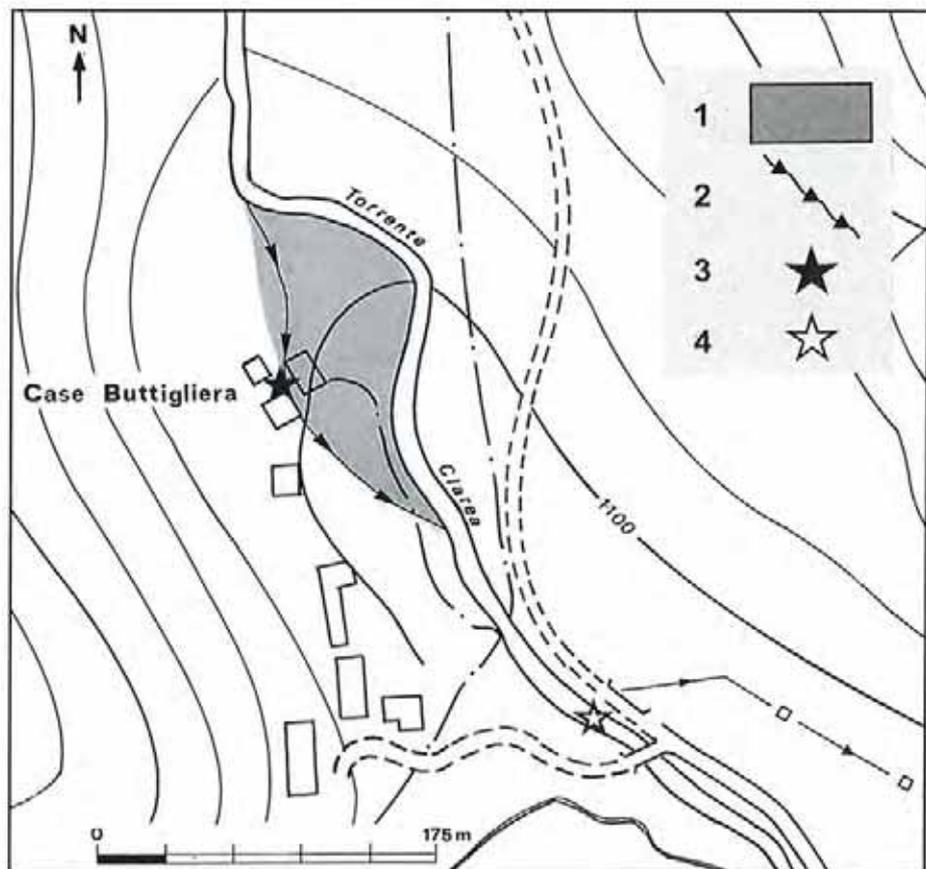


FIGURA 51 - Piena del T. Clarea del 23/9/1993: processi associati e danni.

Legenda: 1) area entro cui si è impostato il nuovo alveo del torrente Clarea, con associati alluvionamenti grossolani; 2) direzione del canale abbandonato riattivato; 3) gruppo di edifici investiti da sedimenti grossolani, danneggiati o parzialmente distrutti; 4) opera idraulica danneggiata.

In località Case Buttigliera (comune di Giaglione) il torrente ha distrutto tre edifici, (figura 51) fortunatamente disabitati. Tutto il fondo val-

le dove sorge il piccolo edificato è stato interessato dal passaggio della piena (foto 75). Gli edifici distrutti si trovavano ubicati in corrispondenza di una forma fluviale ordinariamente non attiva, incisa ed ancora ben individuabile da aerofotografie, riattivata durante l'evento alluvionale del settembre 1993 (foto 76). Sono stati parzialmente distrutti tre edifici rurali, un quarto è stato interessato marginalmente dalla piena del torrente, con alluvionamento della cantina ad opera di sedimenti limoso-sabbiosi. Una colonia estiva che si trova nelle immediate vicinanze è stata coinvolta parzialmente, con allagamento di parte di un cortile. Presso la località Gorana, in corrispondenza del ponte di accesso alla sponda destra, è stata seriamente danneggiata l'opera di presa di un canale, mentre a valle del ponte gli effetti del passaggio della piena sono stati contenuti entro l'alveo del torrente.



Foto 75 - Edifici distrutti in località Case Buttigliera (direzione di deflusso verso l'osservatore).

## Torrente Gran Gorgia

Il Torrente Gorge o Gran Gorgia è ubicato in territorio di Bardonecchia, nella zona di Pian del Colle e sottende un bacino di 2,5 km<sup>2</sup>. Il suo conoide ha un'estensione di km 0,5. Il canale di scarico scorre lambendone il margine orientale ed è molto inciso nella parte alta e poco inciso nella parte medio-bassa.

Il torrente ha dato luogo il 23 settembre 1993 ad un notevole trasporto in massa, con alluvionamenti in conoide, ed interruzione della Strada Provinciale .

Il parcheggio di un campeggio, posto in prossimità della confluenza del Gran Gorgia con il T. Valle Stretta, è stato ricoperto da sedimenti (soprattutto fini, ma con presenza di frazione a pezzatura più grossolana). Lo spessore della colata che è defluita sul piazzale è stato valutato, dalle tracce lasciate sulle pareti di un garage, in circa 1,5 m (foto 77).

Parte della colata è anche defluita all'interno del campeggio, in prossimità del cancello d'ingresso (foto 78). In passato sono già stati segnalati processi analoghi lungo il Gran Gorgia, l'ultimo dei quali, nel luglio 1987.

In quell'occasione fu possibile evacuare il campeggio solo grazie alla lenta velocità di propagazione della colata. Nel 1948 si era verificato un altro trasporto in massa con danni alla strada di Pian del Colle.



Foto 76 - Incisione del nuovo alveo ed alluvionamenti grossolani, visti da monte di Case Buttigiera (direzione del deflusso verso l'edificio in secondo piano).



Foto 77 - Rio Gran Gorgia, tracce del passaggio della colata, sul fianco di un prefabbricato, posto sul piazzale di un campeggio. Il campeggio si trova in prossimità della confluenza Gran Gorgia - Valle Stretta.



Foto 78 - Rio Gran Gorgia, sedimenti fini depositati all'interno del campeggio, in prossimità dell'entrata.

## 5.8. Provincia di Cuneo

(E. Gandino)

La provincia di Cuneo è stata colpita solo marginalmente dall'evento alluvionale del 22/25 settembre 1993. Fenomeni temporaleschi di forte intensità hanno tuttavia determinato in numerosi Comuni ingenti danni alle infrastrutture (strade, ponti, ecc...).

Si è trattato, nella maggioranza dei casi, di rovesci di pioggia molto intensi e localizzati, che hanno provocato l'innescò di fenomenologie dissestive sui versanti e soprattutto lungo i corsi d'acqua minori.

Le aree più colpite risultano tre: il bacino dell'alto Po (Comuni di Envie e Sanfront), l'alto Tanaro (Garessio e Ormea) e la parte intermedia dei bacini del Belbo e Bormida (Comuni di S. Stefano Belbo, Bosia, Perletto). Sulle tre aree menzionate i dissesti più diffusi sono riconducibili a fenomeni di trasporto in massa lungo gli alvei dei corsi d'acqua secondari, accompagnati da intensa erosione di sponda e di fondo alveo, esondazioni ed alluvionamenti nelle zone di confluenza.

Frane di varie dimensioni (nelle coperture per scalzamento al piede dei versanti delimitanti il talweg dei torrenti) e la vegetazione sradicata lungo l'alveo hanno generato pulsazioni di piena; a queste ultime sono legati i maggiori danni alle infrastrutture.

Bacino dell'alto Po: zona pedemontana del Monte Bracco. Il M. Bracco è caratterizzato da un profilo (E-W) fortemente asimmetrico: ad Est è troncato da una parete (falesia) verticale di circa 100 m.

Ai piedi della falesia si allunga, parallelamente alla linea di cresta, un piano inclinato (*glacis*) di raccordo con la pianura antistante.

La superficie inclinata è rastremata da una serie di corsi d'acqua paralleli, che si originano ai piedi della falesia.

In corrispondenza di alcuni di questi corsi d'acqua: Rio Comba Grande e Rio Pisour, nella notte del 25 settembre 1993 si sono verificati fenomeni di esondazione con elevato trasporto solido ed allagamenti sulle



Foto 79 - Comune di Envie (CN). Rio Comba Grande: alluvionamento delle aree adiacenti l'alveo ordinario del rio (canalizzato al centro della foto). Asportazione di un tratto di strada e relativo ponticello.



Foto 80 - Comune di Envie. Le acque del Rio Comba Grande nel corso della piena hanno abbandonato l'alveo ordinario (sulla destra) incanalandosi lungo la strada ad esso parallela e depositando materiale grossolano sulla strada per Envie.

aree circostanti l'alveo ordinario (foto 79).

Nel corso dell'evento è stata completamente asportata per alcune centinaia di metri la carreggiata della strada comunale di accesso ad alcune borgate (foto 80); sono stati inoltre distrutti o gravemente danneggiati alcuni ponticelli di collegamento con i fondi coltivati adiacenti il corso d'acqua.

Bacino del Torrente Tatorba, affluente di destra del Fiume Bormida. Esso presenta una superficie di alcuni chi-

lometri quadrati ed è impostato su marni argillose grigio azzurre ritmicamente alternate ad arenarie fittamente stratificate (formazione di Cortemilia, Langhiano, Aquitaniano) immergenti verso NW di 15°. Nel corso della piena del 25 settembre 1993 il Rio Tatorba, presso il Comune di Perletto, ha alluvionato gran parte delle aree di fondovalle, depositando lungo l'alveo e sulle aree adiacenti, ingenti quantità di materiale misto (ciottoli, sabbie, limi). Durante l'evento alluvionale il corso d'acqua in piena ha esercitato lun-

go le sponde un'intensa attività erosiva, innescando localmente movimenti franosi per scalzamento al piede.

Alcune opere di difesa e sistemazione idraulica esistenti nel tratto a monte della confluenza con il Torrente Bormida (briglie, gabbionate), sono state gravemente danneggiate (foto 81) così come alcune infrastrutture (ponti, strada comunale).

### 5.9. Bacini dei Torrenti Bormida e Belbo (AT) (D. Barozzi & L. Masoero con la collaborazione di R. Borgogno)

Nei giorni 22-23 settembre 1993 la stazione pluviometrica di Serole ha registrato la caduta di 180 mm di pioggia in 24 ore. L'evento meteorico ha colpito in modo particolare la parte meridionale della Provincia di Asti e quindi le Valli Bormida e Belbo (figura 52).

Nella Valle Bormida, ubicata a circa 50 km a Sud di Asti, i danni più ingenti si sono verificati lungo le aste dei torrenti Tatorba ed Ovrano e particolarmente in corrispondenza dei Comuni siti a valle di tali corsi d'acqua.

I processi più ricorrenti hanno comportato profonde erosioni spondali, con conseguente danneggiamento e distruzione delle infrastrutture presenti in prossimità del loro corso. In alcuni tratti, l'intensità dei processi ha determinato la modifica dell'alveo originario. L'elevato trasporto solido lungo le aste dei torrenti Tatorba<sup>1</sup> ed Ovrano, unitamente a quello dei tributari minori (rii Piandone, del Cuneo e Castelli), ha causato ingenti danni (figura 53). Il materiale e la vegetazione trasportata dalle piene in corrispondenza di alcuni ponti ha causato ostruzioni che hanno provocato danni agli attraversamenti stessi e al contesto circostante.

Lungo le aste minori si sono verificati numerosi fenomeni di *debris-flow* che hanno causato danni alla viabilità ed alimentato il trasporto solido dei corsi d'acqua.

I centri abitati più colpiti sono stati quelli della Comunità Montana «Langha Astigiana Valle Bormida»: Mombaldone, Monastero Bormida, Rocca-verano, Olmo Gentile, Serole, Sessame e Rocchetta Palafea.

Nella Valle Belbo, ubicata a circa 30 km a Sud di Asti, l'evento alluvionale ha colpito soprattutto le aree

dei centri abitati di Nizza Monferrato e Incisa Scapaccino, dove il Torrente Belbo ed i tributari minori (torrente Nizza, rii Sernella, Valmarzano, Colania) hanno causato notevoli allagamenti; anche a Canelli e a Castelnuovo Belbo le acque degli affluenti del torrente Belbo (rii Gherlobbia, Garbazzola, Trionzo e Rocchea) han-



Foto 81 - Comune di Perletto (CN). Gabbionate scalzate al piede con innesco di una frana nella scarpata sulla sinistra del Rio Tatorba in località Cascina Bormiotti.

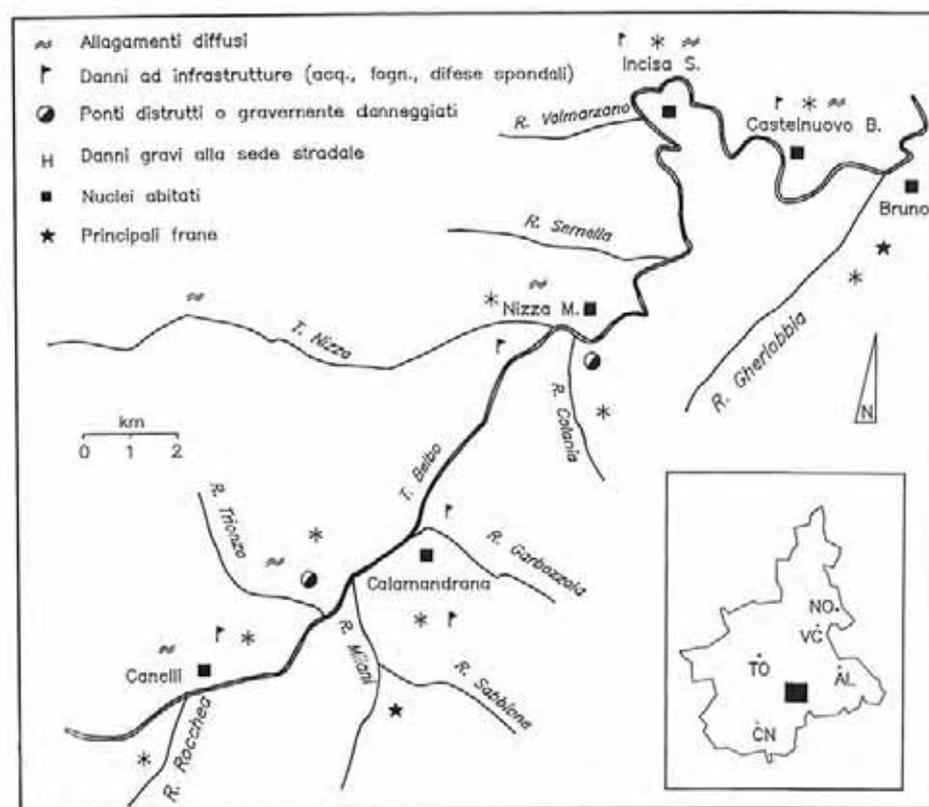


FIGURA 52 - Valle Bormida (AT), torrenti Tatorba e Ovrano. Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale del settembre 1993.

<sup>1</sup> Omonimo del T. Tatorba citato nel paragrafo precedente.

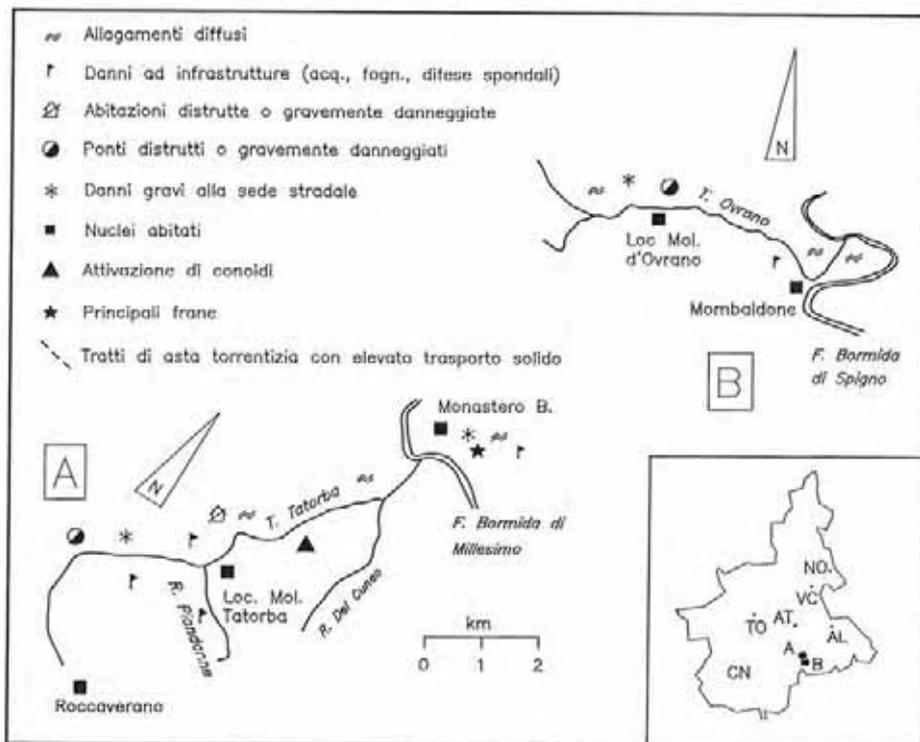


FIGURA 53 - Valle Belbo (AT). Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale del settembre 1993.

no invaso di fanghiglia le aree limitrofe.

I fenomeni più ricorrenti sono costituiti in erosioni con danni alle opere di difesa spondale, estesi allagamenti con depositi di materiale limoso, ostruzione di attraversamenti e tombinature con danni alle relative opere d'arte.

Anche in questo contesto si sono verificati fenomeni di *debris-flow*, dissesti lungo la rete viaria e scivolamenti dei terreni di copertura superficiale.

Nelle dinamiche del dissesto ha giocato un ruolo rilevante una certa mancanza di manutenzione dei corsi d'acqua, con conseguente crescita eccessiva della vegetazione ai bordi e nell'alveo dei tributari minori (in particolar modo nella Valle Bormida: bacini Ovrano e Tatorba); infatti, lungo l'asta dei torrenti Tatorba e Ovrano, i maggiori danni sono stati causati dalle dighe di alberi, soprattutto conifere, che, essendo caratterizzate da un tipo di ramificazione molto fitta, hanno intasato l'alveo dei torrenti, determinando il blocco dei corsi d'acqua, in corrispondenza dei ponti (vedi dissesti in loc. Molino d'Ovrano e Molino Tatorba).

#### 5.9.1. L'EVENTO LUNGO L'ASTA DEL TORRENTE TATORBA E DEL FIUME BORMIDA NEL TRATTO BUBBIO-MONASTERO BORMIDA

La valle del Torrente Tatorba è stata colpita da piogge di notevole intensità verificatesi nella notte fra il 22 e 23 settembre 1993. La piena del T. Tatorba è iniziata nella prima mattinata del 23 settembre, con regresso nel tardo pomeriggio.



Foto 82 - Roccaverano (AT), smottamenti e ruscellamenti lungo la S.P. 56.

I danni rilevati consistono essenzialmente in interruzione della viabilità, danneggiamenti a infrastrutture, allagamenti e frane da pioggia (figura 53).

Nel tratto del T. Tatorba presso il Comune di Roccaverano (foto 82 e 83), sono stati registrati danni alle colture derivati dall'esondazione del corso d'acqua e dal conseguente deposito di materiale prevalentemente ghiaioso. Una traversa idraulica è stata distrutta ed il ponte sulla S.P. n. 56 danneggiato.

In località Molino Tatorba, il ponte alla confluenza del torrente Tatorba con il rio Piandone è stato ostruito dalla vegetazione trasportata dall'onda di piena; in seguito, l'acqua ha sfondato tale barriera invadendo violentemente la zona a valle, causando danni alle abitazioni ed a alcuni capannoni ad uso artigianale.

I tributari minori lungo la S.P. 56 hanno dato origine a fenomeni di trasporto torrentizio in massa (*debris-flow*) che hanno causato danni alla viabilità e, in alcuni casi, alimentato il trasporto solido lungo l'asta principale.

Dalla zona a monte dell'abitato di Monastero Bormida si sono verificati ruscellamenti con trasporto di materiale limoso che ha invaso il concentrico causando danni alla viabilità, alle abitazioni, alla fognatura ed all'acquedotto.

Nel Comune di Bubbio, in località



FOTO 83 - Roccaverano, smottamenti lungo la S. P. 56.

Infermiera, si sono verificati ruscellamenti con trasporto di materiale limoso che ha invaso vaste zone del fondovalle causando danni alle colture e ad alcune infrastrutture agricole. A tali fenomeni hanno contribuito in modo determinante le sistemazioni agricole mediante le quali, in alcune zone, si sono rimodellati interi versanti eliminando i preesistenti impluvi. In occasione dell'evento meteorico tali impluvi sono stati reinci si mobilizzando e trasportando ingenti quantità di materiale limoso.

#### 5.9.2. L'EVENTO LUNGO L'ASTA DEL TORRENTE OVRANO

La valle del torrente Ovrano è stata colpita da piogge di elevata intensità verificatesi nella notte fra il 22 e il 23 settembre 1993. La piena è iniziata nella prima mattinata del 23 settembre 1993 con regresso nel tardo pomeriggio. Si registrano interruzioni della viabilità, franamenti e allagamenti.

Nel Comune di Roccaverano in località Molino d'Ovrano, la piena del

torrente ha causato il trasporto di materiale che ha ostruito e distrutto un ponte, causato l'esondazione in sponda sinistra e danneggiato un tratto di strada.

Nel Comune di Mombaldone, in località Borgo Stazione, il torrente Ovrano è esondato in alcuni tratti (foto 84); il corso d'acqua è fuoriuscito in sponda destra arrecando danni agli edifici civili, ai capannoni artigianali, alla fognatura, all'acquedotto, alle opere di difesa spondale esistenti, nonché alle colture agricole; più a valle, in prossimità con la confluenza del fiume Bormida, il torrente è uscito anche in sponda sinistra causando danni all'agricoltura. In numerosi altri comuni della Valle Bormida, si sono verificati danni alla viabilità (foto 85), alle infrastrutture ed alle colture agricole.

#### 5.9.3. BACINO DEL TORRENTE BELBO

La Valle Belbo è stata colpita nei giorni 23-25 settembre 1993 da ingenti piogge che hanno causato l'esondazione del torrente Belbo e dei suoi tributari minori e l'allagamento di alcuni centri abitati. Gli effetti segnalati riguardano essenzialmente diffusi allagamenti ed interruzioni della viabilità, danneggiamento delle difese spondali e dissesti minori lungo le sponde.

Nel Comune di Canelli si è registrata l'esondazione dei rii Rocchea, Trionzo e Bassano.

Nel Comune di Rocchetta Palafea si sono verificati due dissesti di versante, presso il cimitero ed in Reg. Pagnola. Nel Comune di Nizza Monferrato hanno esondato i rii Nizza, Sernella e Colonia. Nel Comune di Bruno si è verificata l'esondazione dei rii San Marzano e Rio.

In altri Comuni (Mombaruzzo, Calamandrana, Castelletto Molina, Fontanile, Moasca, San Marzano Oliveto, Incisa Scapaccino, Castelnovo Belbo) alcuni rii minori affluenti del Torrente Belbo, hanno provocato danni alla viabilità ed alle infrastrutture, nonché alle colture agricole.



FOTO 84 - Mombaldone d'Asti, allagamento da parte del T. Ovrano.



FOTO 85 - Vesime-Olmo Gentile, franamento di un tratto della S.P. 24.

## 5.10. Bacini dei Torrenti Borbera, Scrivia e Curone (AL)

### 5.10.1 EVENTI DEL SETTEMBRE 1993. VALLI BORBERA, SCRIVIA E CURONE (R. Oberti & A. Ziliani, con la collaborazione di F. Trucco)

Le Valli Borbera e Curone ubicate a Sud-Est di Alessandria hanno origine dallo spartiacque principale dell'Appennino Ligure Piemontese. La Val Borbera è caratterizzata da un fondovalle inizialmente ristretto che si amplia notevolmente in corrispondenza della media valle ove il cambio di litologia permette una più facile erosione. Oltrepastato Cantalupo Ligure il torrente, attraversando una tenace formazione conglomeratica, ha scavato una profonda incisione che ne restringe notevolmente l'alveo. Al termine della formazione conglomeratica, la valle si allarga nuovamente sino allo sbocco nel Torrente Scrivia.

L'evento calamitoso ha colpito prevalentemente il fondovalle e quindi le aree corrispondenti alle piane alluvionali dove il torrente ed i suoi tributari hanno esondato e alluvionato, hanno distrutto difese spondali ed allagato alcuni centri abitati (figura 54).

La notevole franosità dell'intera area ha contribuito all'elevato trasporto solido durante l'evento.

Il Torrente Curone, nella sua parte iniziale, mostra vallecole molto ripide e profonde che si ampliano notevolmente a causa di mutamenti lito-

logici a partire da Fabbria Curone. Il letto torrentizio si amplia nella media valle e mantiene generalmente la sua larghezza sino allo sbocco in pianura.

L'evento alluvionale ha colpito in modo più grave l'Alta Valle e le teste dei tributari principali provocando la distruzione o il danneggiamento di quasi tutte le opere trasversali. La piena, riversatasi nella media valle più ampia, ha in parte mitigato i suoi effetti danneggiando comunque le opere di difesa spondali, ponti e strade ed ha coinvolto marginalmente i centri abitati.

## Val Borbera e Sisola

La Val Borbera è sicuramente l'area più pesantemente colpita dalle piogge del 23-24 settembre 1993 nell'area Alessandrina. La precipitazione, iniziata verso le ore 5,00 del 23 settembre, è terminata alle ore 16,00 del 24 settembre.

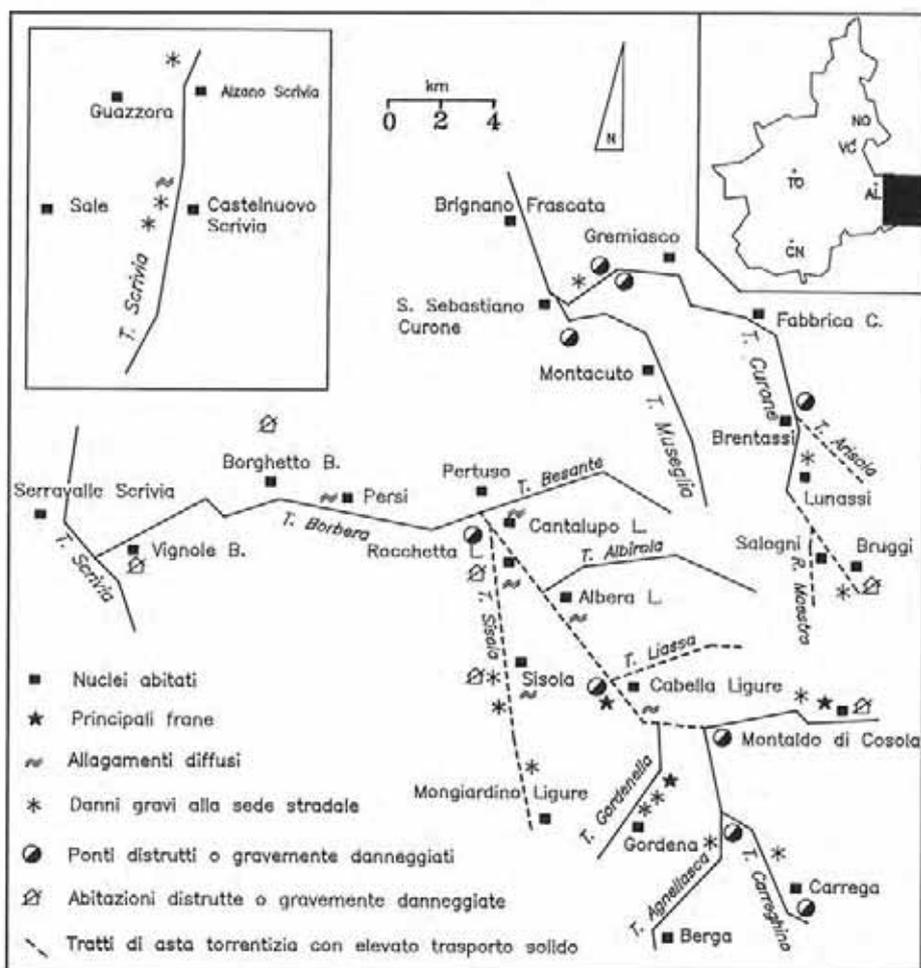


FIGURA 54 - Valli Borbera, Sisola, Curone e Scrivia (AL). Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale del settembre 1993.

La massima piena del Torrente Borbera (foto 86) e dei suoi tributari è transitata attorno alle ore 13,30 del giorno 23 settembre alla sezione delle Strette di Pertuso in Comune di Cantalupo Ligure.

L'ingente massa liquida, associata al trasporto solido comprensivo anche di una grande quantità di vegetazione asportata dagli alvei e dalle sponde, scendendo verso valle, ha provocato ingenti danni alle briglie, ai ponti ed alle passerelle esistenti nel Comune di Carrega Ligure aggirando, tra l'altro, il ponte per Frazione Daglio.

Tutte le strade comunali e provinciali dell'Alta Valle sono state interrotte in più punti da accumuli detritici scesi da tutti i colatori dei versanti e da crolli di massi, a volte di ragguardevoli dimensioni.

Proseguendo verso valle il Borbera, già in condizioni di sovralimentazione, ha ostacolato il deflusso degli affluenti di destra, in particolare del Torrente Liassa.

Il concentrico di Cabella Ligure è stato allagato dalle acque in parte provenienti dal versante ed in parte dal sifonamento di una difesa posta a protezione dell'abitato.

Il Torrente Liassa ha depositato in confluenza un ingente accumulo ghiaioso e ha allagato alcune abitazioni poste sulla sua sponda destra. Le difese già danneggiate dalle precedenti piene del 1992 hanno subito ulteriori aggravamenti e il ponte per le Frazioni Cremona e Celio è stato sottoescavato in parte.

In prossimità dello sbocco con il Torrente Borbera, in località Dovanelli (foto 87), il Gordenella ha parzialmente distrutto la difesa in calcestrutto in sponda destra provocando una deviazione d'alveo, l'aggiramento del ponte per Frazione Rosano e l'allagamento della strada comunale per Dova e Gordena.

Nel Comune di Albera Ligure in Località Spinola una difesa in calcestrutto e gabbioni è stata aggirata ed il torrente, tornando nel suo vecchio alveo, ne ha completato la distruzione per un tratto di circa 200 metri.

Il Torrente Sisola in Comune di Mongiardino Ligure ha asportato alcuni



FOTO 86 - Cantalupo Ligure (AL). Località Pertuso. Piena del Torrente Borbera.

tratti di Strada Provinciale, ha minacciato, alla confluenza con il Rio Riasso, la Frazione Ghiare ed ha parzialmente allagato la Frazione Pagliaro dopo aver distrutto una difesa ed interrotto la Strada Provinciale. Successivamente il torrente, che si presenta in condizioni di forte sovralluvionamento, ha distrutto buona parte di una difesa spondale in destra presso i campi sportivi di Rocchetta Ligure e, utilizzando come alveo la Strada Provinciale, ha allagato il centro storico del comune sino alla piazza principale. La popolazione è sta-

ta evacuata nella chiesa parrocchiale, punto più elevato del paese.

Immediatamente a valle di Rocchetta Ligure il Torrente Sisola confluisce con il Borbera il quale, sempre in prossimità dell'abitato di Rocchetta, ha distrutto una parte dell'antico muraglione di protezione del paese, riversandosi per i coltivi ed allagando la Strada Provinciale in uscita da Rocchetta, isolando completamente il paese.

La piena è proseguita verso Cantalupo Ligure, ove ha allagato buona parte della piana alluvionale ed ha



Foto 87 - Cabella Ligure (AL), fraz. Dovanelli. Difesa parzialmente distrutta sul T. Gordanella.

danneggiato numerose difese spondali.

Le acque del Borbera e del Sisola unite quelle del Torrente Besante, proveniente dalle Frazioni Pallavicino e Borgo Adorno, si sono incanalate nella profonda e stretta incisione delle «Strette di Pertuso». L'imbocco delle Strette è ulteriormente ridotto dalla presenza di numerosi blocchi conglomeratici, resto di una vecchia frana di crollo; tale sbarramento ha notevolmente contribuito ad elevare il livello di massima piena che ha raggiunto la considerevole altezza di nove metri. Al culmine della piena la passerella che univa le due sponde è stata asportata.

L'innalzamento del livello idrometrico conseguente alla presenza delle Strette di Pertuso presenta pericolose conseguenze per i centri abitati principali, tutti ubicati lungo la sponda destra del corso d'acqua.

Le acque si sono nuovamente allargate nella vasta piana alluvionale di Borghetto Borbera.

Si sono rilevati allagamenti parziali della Frazione Persi in Località Mulino, oltre a distruzioni e danneggiamenti di numerose difese spondali. Sono state allagate le Località Molino di Premirino e Molino di Torre dei Ratti e danneggiate alcune difese spondali. Una colata di coltre superficiale ha provocato il crollo di due unità abitative in Località Pessine nella Frazione S. Martino.

Nel Comune di Vignole Borbera, la piana in Località Mulino è stata parzialmente allagata e le difese della passerella e dei campi sportivi sono state danneggiate; i campi sportivi sono stati allagati e danneggiati. Si sono manifestate erosioni alle spalle di una traversa di derivazione ed alle difese in prismi presso l'area dello stabilimento Costa. Il concentrico di Vignole Borbera, posto sull'orlo del terrazzo principale in sponda sinistra, è stato contornato da una serie notevole di colate di coltre superficiale e di detrito che hanno minacciato le fondazioni di numerose abitazioni.

Nelle Valli Borbera e Sisola, tutti i comuni hanno inoltre riportato gravi danni alla viabilità comunale e privata, agli acquedotti e alle fognature. Si ricorda in particolare la riattivazione di uno scorrimento rotazionale passante a colata ubicato immediatamente a valle di una parte della Frazione Celio di Rocchetta Ligure che ha causato l'interruzione della strada comunale che lo attraversa e lo sgombero di una abitazione.

### Valle Scrivia

Gli apporti dei Torrenti Borbera e Spinti hanno contribuito in modo sostanziale alla piena straordinaria del Torrente Scrivia che ha causato danni alle infrastrutture pubbliche e

private, in particolare nei Comuni di Serravalle Scrivia e Cassano Spinola nel medio corso.

La piena è proseguita sino al territorio comunale di Tortona senza danni rilevanti, mentre, poco prima dell'abitato di Castelnuovo Scrivia a valle del ponte dell'Autostrada Genova-Milano, lo Scrivia ha esondato per una vastissima area coinvolgendo strade provinciali e comunali, aree a servizi ed allagando numerose cascate sparse nei Comuni di Castelnuovo Scrivia, Guazzora e Sale.

### Val Curone

Nell'Alta Val Curone il fenomeno di massima piena si è manifestato attorno alle ore 16,00 del 23 settembre 1993, alla sezione del campo sportivo di Fabbrica Curone, provocando un notevole trasporto solido che, unito alla vegetazione, ha distrutto buona parte delle opere di difesa trasversali ed ha colmato l'alveo in presenza di piccoli ponti o strozzature. Nel Comune di Fabbrica Curone le piogge alluvionali hanno provocato, alla testata del Curone e a quella di tutti i rii principali, gravi danni a quasi tutte le opere di difesa trasversali, costituite per buona parte da briglie in pietrame costruite tra gli anni trenta e gli anni sessanta nell'ambito di progetti di sistemazione idrogeologica e forestale; in alcuni casi le opere sono state completamente asportate. In Frazione Bruggi i danni maggiori sono stati causati dal Rio Lovasa, tributario di destra del Torrente Curone, che in passato era stato intubato con elementi in cemento la cui sezione si è dimostrata inadeguata, anche a causa dell'imponente trasporto solido che ha completamente ostruito le tubazioni impedendo il normale deflusso delle acque e causandone lo scoppio. Successivamente le acque si sono incanalate lungo la strada di accesso del paese, provocando vistose erosioni della sede stradale e lasciando un deposito di materiale grossolano della potenza di circa un metro; inoltre sono state allagate la chiesa, la canonica ed alcune abitazioni private. In Località Vecchio Mulino il

Torrente Curone ha asportato parte dell'area antistante il mulino, danneggiando le attrezzature turistico-sportive; più a valle, presso il Mulino Nuovo, il muro di protezione è stato scalzato al piede. Il Rio Maestro in Località Salogni, a monte del ponte sulla Strada Provinciale, trasportando una massa imponente di detrito grossolano ha danneggiato le opere di presa dell'acquedotto consortile Val Curone. In prossimità della Frazione Lunassi le acque del Torrente Curone hanno asportato il terrapieno a valle del ponte, isolando temporaneamente la frazione. In

Località Ponte del Mulino, in sponda sinistra, il Torrente Curone ha danneggiato l'opera di difesa posta a protezione dell'abitato, e poco più a valle, in sponda destra, un'altra difesa in prismi è stata parzialmente asportata con conseguenti erosioni spondali. In prossimità del capoluogo, in corrispondenza del centro sportivo, è stata scalzata una difesa in prismi per circa 30 metri e gli impianti sportivi sono stati parzialmente allagati.

In corrispondenza dell'abitato di Colombassi, la parte terminale di una difesa in muratura è stata scalzata ed

inclinata. Raggiungendo il capoluogo la massa liquida, costretta dall'esistenza di una stretta antropica, ha trascinata oltre le difese poste a protezione dell'abitato allagando alcune aree in sponda destra. In Località Riarasso la piena delle acque ha scalzato ed inclinato un muro in calcestruzzo per una lunghezza di circa 30 metri.

In Comune di San Sebastiano Curone, le acque di piena hanno provocato un'ampia erosione in sponda destra, immediatamente a monte della Località Vignassa, asportando due vecchi repellenti e buona parte di una strada di accesso ad abitazioni (foto 88). Il ponte sul Curone, sito nel concentrico, è stato quasi completamente ostruito dalla vegetazione trasportata, ma non ha riportato danni rilevanti, in quanto, nel corso dell'evento, si è provveduto a liberarne alcune luci. La piena del Torrente Museglia, tributario di sinistra del Torrente Curone, ha provocato diffuse erosioni spondali e danneggiato alcuni vecchi repellenti.

La piena del Torrente Arisola, tributario di sinistra del Torrente Museglia, nel territorio comunale di Montacuto, ha causato ampie erosioni in sponda destra ed in Comune di Dernice ha distrutto il ponte di accesso isolando la Frazione «Ca' di Marco» (foto 89).

Buona parte della viabilità è stata interrotta da piccole colate detritiche e di coltre e da modesti crolli di massi. Le opere di presa degli acquedotti e le fognature hanno subito danni rilevanti.

#### 5.10.2 EVENTI DELL'OTTOBRE 1993 (S. Bovo, E. Turroni)

La depressione sulle Isole Britanniche, responsabile del fenomeno alluvionale del 22-25 settembre ha mantenuto la sua attività anche dopo tale evento, determinando l'afflusso di correnti umide sud-occidentali associate ad una serie di sistemi frontali che hanno ripetutamente interessato la nostra regione con episodi di precipitazioni talvolta intensi. Ciò si è verificato tra i giorni 2 ed il 3 ottobre, 8 e 9 ottobre ed infine tra il 12 e il 13 ottobre.

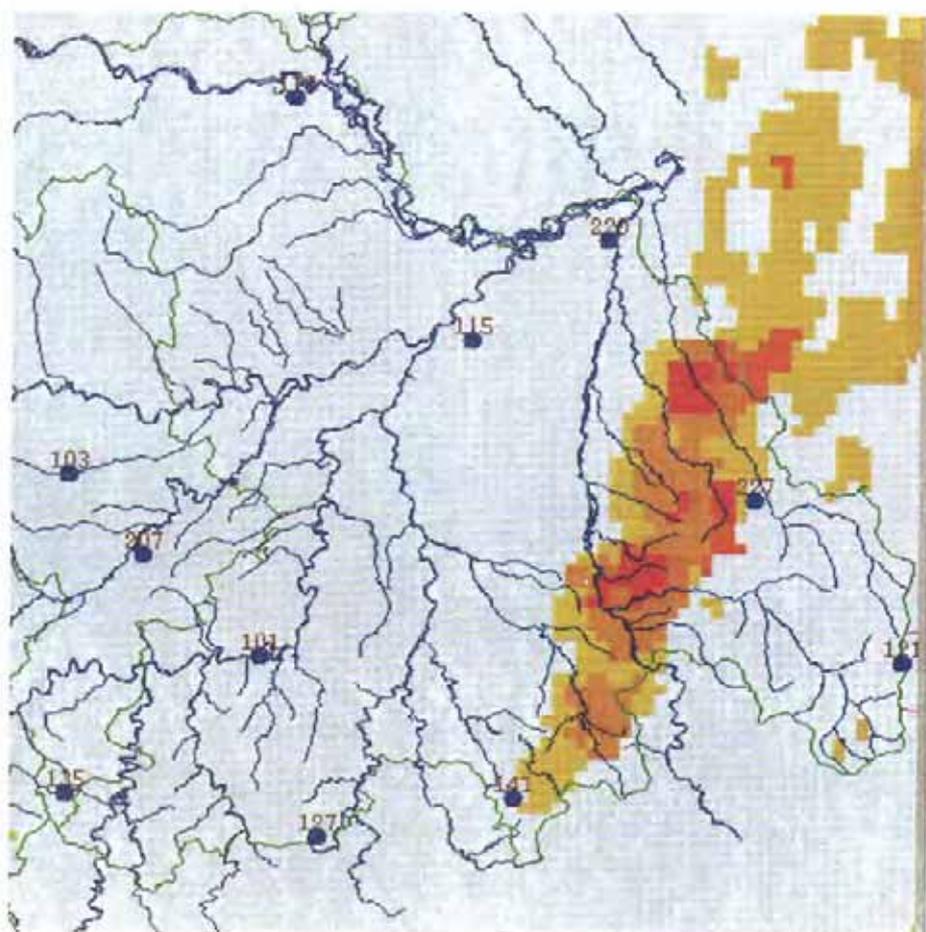


FOTO 88 - S. Sebastiano Curone (AL). Erosione spondale con asportazione di un tratto della sede stradale.



FOTO 89 - Dernice (AL). Ponte di accesso alla Frazione Cà di Marco.

FIGURA 55 - La figura riporta la porzione della mappa radar di massima altezza relativa alla provincia di Alessandria rilevata il giorno 8 ottobre 1993 alle ore 5:04. I corpi nuvolosi sono rappresentati in giallo e rosso. Con il rosso sono rappresentate le zone dove lo sviluppo verticale dei corpi nuvolosi era massimo. In queste aree l'attività temporalesca ha raggiunto una elevata intensità. L'idrografia principale è riportata con un tratto blu, mentre i limiti provinciali sono rappresentati con un tratto verde. I pallini blu numerati rappresentano i punti in cui sono ubicate le stazioni meteorologiche automatiche della Regione Piemonte. Soltanto le stazioni 141 (Capanne di Marcarolo) e 227 (Brignano Frascata) hanno rilevato precipitazioni ma, essendo poste ai margini dell'area colpita, le intensità misurate non sono state particolarmente elevate.



In particolare l'episodio dell'8 e 9 ottobre è risultato il più intenso, interessando con effetti alluvionali il settore del Lago Maggiore e dell'Alessandrino e Tortonese del versante orografico destro del T. Scrivia. L'evento pluviometrico in oggetto è identificabile in un fenomeno temporalesco di notevole intensità isolato dalla estesa perturbazione atlantica che ha interessato la nostra regione nella giornata dell'8 ottobre.

Nell'area maggiormente colpita, non si riscontrano stazioni meteorologiche della rete regionale, mentre nelle stazioni ad essa periferiche (Ponzzone e Brignano Frascata) l'intensità delle precipitazioni non assume valori di confronto significativi, ma utili per comprendere l'evoluzione del fenomeno.

Esso risulta invece ben evidenziato dalle mappe della distribuzione della probabilità di pioggia rilevate dal radar meteorologico regionale riportate in figura 55.

Si nota l'estesa cellula temporalesca allungata sulla Valle scriviva sino alla pianura della Lomellina.

L'intensità del fenomeno è accresciuta dalla persistenza sul posto della cellula temporalesca (oltre 3 ore) in lenta rotazione da Sud-Est a Nord-ovest come evidenziato dall'andamento delle precipitazioni nelle stazioni periferiche (inizio verso le 3.00 GMT a Brignano Frascata e termine verso le ore 8.00 GMT a Ponzzone).

#### 5.10.2.1 L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 OTTOBRE 1993 RIGUARDANTE IN PARTICOLARE IL VERSANTE OROGRAFICO DESTRO DELLA VALLE SCRIVIA (R. Oberti & A. Ziliani, con la collaborazione di F. Trucco)

Il corso del Torrente Scrivia ha origine dall'Appennino Ligure, la sua valle è ristretta con fondovalle limitati sino all'altezza di Serravalle Scrivia, punto nel quale la piana alluvionale si allarga a dismisura in sponda sinistra sino a fondersi con la pianura alessandrina, mentre in sponda destra il torrente costeggia una modesta piana terrazzata che confina con i rilievi collinari Tortonese. I

principali apporti provengono dai tributari di destra che raccolgono le acque scolanti in parte dall'Appennino Ligure, in particolare dalle Valli Borbera e Spinti, ed in parte dalle colline del Tortonese. I tributari di sinistra, che provengono dalla piana alessandrina, contribuiscono in minima parte all'alimentazione del corso d'acqua principale. Gli apporti solidi, oltre che dall'asta principale, provengono dagli affluenti di destra ed in particolare dalle Valli Borbera e Spinti.

Nelle prime ore della mattina dell'8 ottobre 1993 nella zona del tortonese che interessa i bacini del Torrente Grue, del Torrente Ossoa e dei rii minori che confluiscono in Scrivia dal versante orografico destro, in particolare il Rio Vargo, il Rio Predasso ed il Rio Castellania, si sono registrati fenomeni temporaleschi di notevole intensità che hanno provocato danni ingenti (figura 56).

I danni sono dovuti in gran parte alla notevolissima portata liquida unita alla vegetazione asportata dall'alveo e dalle sponde ed accumulata nelle

strozzature degli alvei oppure addossata ai ponti. Tali fenomeni hanno provocato allagamenti di nuclei abitati in particolar modo nei Comuni di Villaromagnano, Villalvernia, Cassano Spinola, erosioni delle sponde, distruzione o danneggiamento di ponti e ponticelli, interruzioni della viabilità.

L'intensità della precipitazione caduta su un territorio già vulnerato dalle precedenti intense piogge e su terreni prossimi alla saturazione ha inoltre provocato l'innescarsi di numerose frane per fluidificazione della coltre superficiale che si sono manifestate lungo le scarpate stradali e sui versanti, isolando alcune frazioni ed interessando in qualche caso aree edificate; in particolare tali fenomeni si sono manifestati nei Comuni di Stazzano, Sardigliano e nelle Frazioni Sorli e Molo di Borghetto Borrare. La saturazione dei terreni ad opera di precipitazioni di una tale intensità, ha innescato movimenti franosi per colata sia superficiali che profondi e ne ha riattivati altri, in particolare nell'Alta Val Borbera e in diversi comuni dell'Appennino Ligure. Merita un accenno la riattivazione di un movimento nel centro abitato della Frazione di Montaldo di Cosola in Comune di Cabella Ligure, per il quale è stato predisposto un progetto di indagine e monitoraggio, al fine di program-



Foto 90 - Villalvernia (AL). Tracimazione dell'opera di difesa del concentrico durante la piena.

mare i più idonei interventi di sistemazione. Tale movimento sarà oggetto di approfondimento nel paragrafo successivo.

Molti comuni, già colpiti dall'evento del 23 settembre hanno subito un ulteriore aggravamento dei fenomeni e quindi un'accentuazione dei danni precedentemente rilevati.

L'apporto notevolissimo alla piena del Torrente Scrivia è dovuto agli affluenti di destra che, come già accennato, hanno provocato i danni più ingenti.

A partire da Sud nei Comuni di Sardigliano e Stazzano la piena del Rio Vargo ha provocato una serie di ero-

sioni spondali a monte del ponte sulla Strada Provinciale per Vargo ed un fenomeno di rigurgito presso il ponte stesso. Il tratto di Strada Provinciale, che costeggia la sponda sinistra del corso d'acqua e che fa parte della piana alluvionale del rio, è stato investito dalle acque di piena che hanno travolto un'autovettura provocando la morte del conducente; l'incidente è avvenuto circa 100 metri a valle della confluenza del Rio Vargo con il Fosso Armarengo.

Più a valle si sono susseguite modeste erosioni spondali ed allagamenti su ambedue le sponde; gli allagamenti più estesi si sono manifestati in prossimità della confluenza del Fosso Armarengo con il Torrente Scrivia.

La viabilità comunale e provinciale ha subito notevoli danni nei Comuni di Stazzano, Sardigliano, Sant'Agata Fossili e Gavazzana dovuti essenzialmente a colate di terreni di copertura provenienti dalle scarpate di monte che generalmente, dopo aver ostruito la sede stradale, si sono riversate nei campi sottostanti e nella rete idrografica incrementando il trasporto solido. In misura minore si sono manifestati cedimenti della porzione di valle delle sedi stradali.

Lungo l'asta del Torrente Predasso l'onda di piena che, nella parte superiore del corso nel Comune di Sardigliano ha provocato unicamente limitati fenomeni di esondazione, piccole erosioni di sponda e conse-

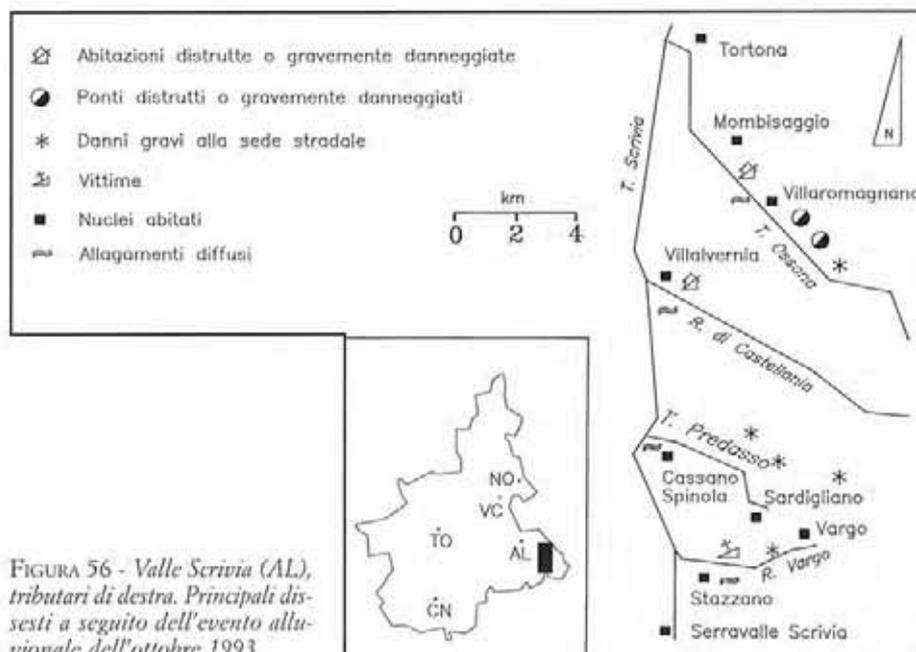


FIGURA 56 - Valle Scrivia (AL), tributari di destra. Principali dissesti a seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 1993.

guenti modesti apporti di materiale solido, ha causato i danni maggiori in Comune di Cassano Spinola nella parte terminale del corso d'acqua; pertanto, oltre ai fenomeni di esondazione, si sono rilevate due erosioni di sponda con conseguenti crolli in alveo di blocchi e un movimento franoso, che attualmente tende ad ostruire buona parte dell'alveo per una lunghezza di 50 metri circa. In Località Fonti Sulfuree tre edifici ed alcune loro pertinenze, siti in prossimità delle sorgenti e nell'immediata prossimità dell'alveo, sono stati allagati. Più a valle, l'onda di piena ha provocato l'allagamento degli impianti sportivi e, in sponda destra, causa la tracimazione della parte terminale di un argine in terra a difesa dell'edificato e la mancanza del tratto a prosecuzione dello stesso argine, sono state allagate alcune abitazioni. Le acque, dopo aver interrotto un tratto della Strada Provinciale per Gavazzana, hanno sormontato il ponte sulla Strada Statale n. 35 e, trattenute in sponda sinistra da un alto argine in terra posto a protezione del nucleo abitato, hanno allagato i terreni adiacenti la sponda destra. Successivamente, unendosi con le acque provenienti dal Rio Merieto, hanno allagato vaste aree coltivate.

In prossimità dell'abitato di Villavernia sono state allagate numerose abitazioni, infrastrutture e spazi pubblici. Alcune opere di difesa sono state tracimate (foto 90).

L'altezza di piena è stata modificata dall'esistenza di strettoie antropiche che hanno favorito effetti di rigurgito. L'ondata di piena del Torrente Ossona ha interessato con modesti fenomeni di esondazione i territori dei Comuni di Cerreto Grue e Costa Vescovato.

In corrispondenza del confine tra i Comuni di Cerreto Grue e Villaromagnano l'apporto dei tributari minori è stato determinante. Il ponte sul Rio Gechino, è stato completamente ostruito dal trasporto solido, le acque lo hanno sormontato invadendo e danneggiando la Strada Provinciale per Cerreto Grue, interrompendo momentaneamente la viabilità.



FOTO 91 - Villaromagnano (AL). Fraz. Ridotto. Ponte sulla S.P. in fase calante di piena.



FOTO 92 - Villaromagnano (AL). Fraz. Ridotto. Abitazioni allagate; piena in fase terminale.

Il Rio dei Gerbidi, tributario di sinistra dell'Ossona, a causa dell'elevato trasporto ha contribuito in modo sostanziale ad innalzare il livello delle acque in Località Ridotto (foto 91 e 92).

Il ponte sulla Strada Provinciale per Carbonara Scrivia, che presenta una sezione sicuramente insufficiente, è stato sormontato dalla massa liquida per un'altezza di circa metri 1,60. Le acque, tracimando in sinistra idrografica, hanno allagato l'intera Località Ridotto, provocando notevoli danni ai fabbricati. I piani terra delle abitazioni sono stati allagati per un'altezza massima di due metri.

L'onda di piena del Torrente Ossona è stata successivamente smaltita dal canale scolmatore esistente immediatamente a valle della Località Torre dei Calderari.

#### 5.10.3 - IL MOVIMENTO FRANOSO DI MONTALDO DI COSOLA IN COMUNE DI CABELLA LIGURE (G. Susella)

Gli eventi alluvionali del 23 settembre e 8 ottobre 1993 hanno riproposto, in fase di ulteriore aggravamento, il problema del danno a cui è sottoposto l'abitato di Montaldo di Cosola a causa di un movimento



FOTO 93 - Esempio di lesioni strutturali sugli edifici della frazione Montaldo di Cosola.

franso del quale si hanno ridotte notizie storiche che ricondurrebbero però ad almeno un'altro episodio di crisi vecchio di un secolo.

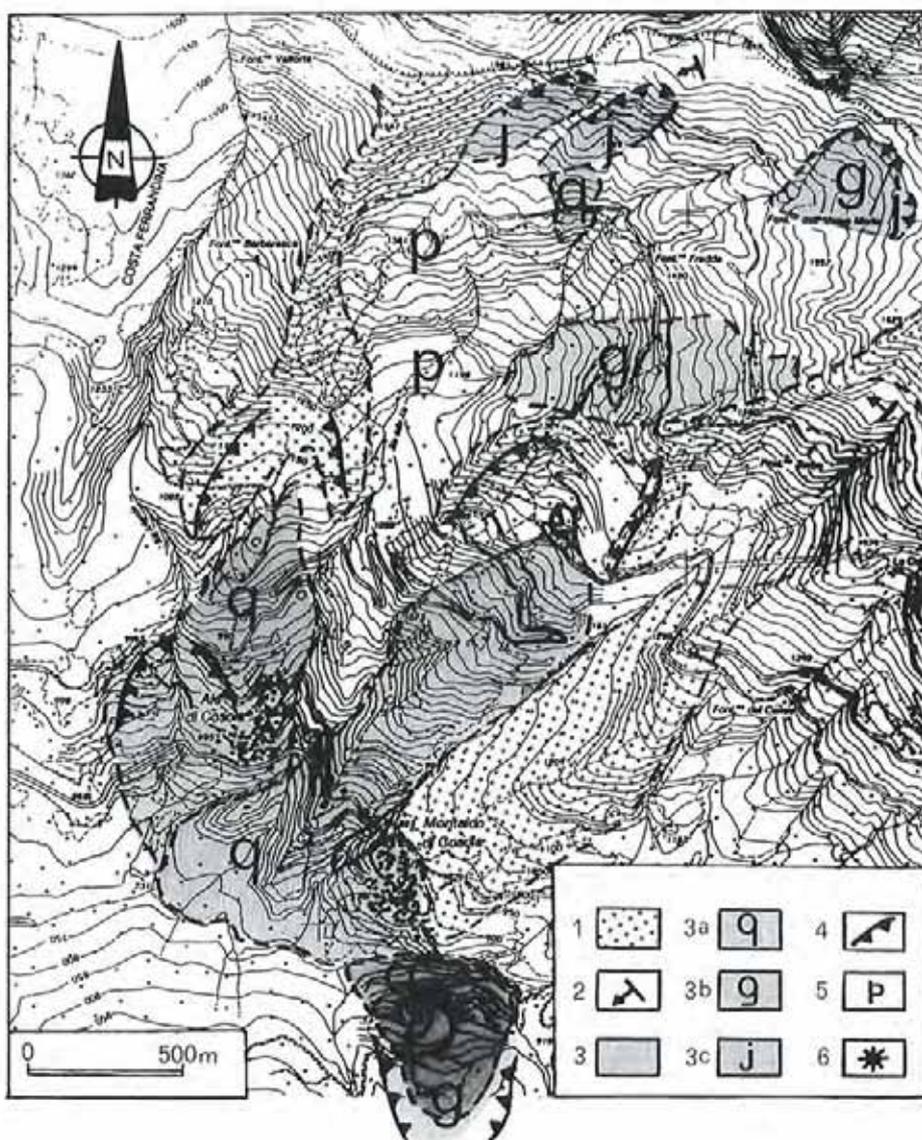
L'accelerazione dei movimenti ha indotto il Settore Prevenzione del Rischio Geologico a predisporre un apposito progetto di indagine e monitoraggio dell'area lesionata.

Per comprendere meglio quale sia l'ambiente nel quale il movimento franoso si è sviluppato, quali le geometrie ed i materiali coinvolti, si è condotto uno studio morfologico su fotografie aeree comprendenti il fianco destro della Valle del Torrente Cosorella nella zona Monte Ebro - Capanne di Cosola e Montaldo.

L'abitato in questione, affetto dal grave movimento franoso che sta lesionando vasta parte dell'edificato e che vede variamente coinvolti non meno di 60 edifici su una superficie di 1 ettaro circa per un dislivello di 50 metri (vedi foto 93 e figura 57) con meccanismo non ancora definito (vista l'assenza apparente di emergenze di piani di scorrimento e limiti di frana), sorge su una delle tre costolature che in posizione contigua scendono nel fondovalle principale, separate da rii minori (Rio di Montaldo e Rio delle Aie).

Per quanto è dato di osservare nelle incisioni torrentizie si tratta di accumulo di materiale eterogeneo costituito da frammenti derivati dalle locali serie sedimentarie frammentati a materiale fine.

Ragioni di tipo geometrico legate al risultato della fotointerpretazione



permettono di riconoscere, nelle tre costolature, un unico antico accumulo ora profondamente rimodellato dalle acque correnti.

Per definire come e da dove questo accumulo detritico si sia originato si è provveduto a studiare il fianco vallico in corrispondenza e superior-

mente al sito in indagine (figura 57). Dai dati che si sono evidenziati è possibile affermare quanto segue.

L'accumulo detritico sul quale sorgono Montaldo di Cosola, la chiesa ed il cimitero (così come la porzione posta a Sud di Aie) non è legato a normale attività di messa in posto del detrito di falda, ma piuttosto ad uno o più vasti episodi di discesa in massa di materiale di frana avente meccanismo di colata.

Una «coda» di materiale presumibilmente detritico (tra q. 950 e 1200), con configurazione ed evidenze morfologiche riconducibili a colata, lega con continuità l'accumulo sud-detto a parti superiori del versante. L'area che funge da testata del Rio di Aie (zona di Fontana Fredda), per un'ampiezza di circa 130 ettari, è stata coinvolta in particolari settori da movimenti di vario tipo e di varia età testimoniati da tutta una serie di indizi morfologici quali contropendenze, superficie ondulata a varia scala, scarpate, disordine nel reticolato idrografico.

Sopravvivono, in funzione di scarpate maggiori o limite tra i fenomeni maggiori, alcune aree ove affiora il substrato (Monte Chiappo, Monte Prenardo, cresta a NW di Fontana Zerba, cresta a NE di Montaldo di Cosola). A carico di questi affioramenti sono riconoscibili giaciture variabili da luogo a luogo e che, nella zona di cresta, hanno evidentemente giocato ruolo condizionante, come strutture, sui movimenti gravitativi (nella area di cresta i maggiori movimenti di collasso hanno direzione W-SW così come, pare, l'immersione della serie sedimentaria). Al contorno di questo vasto areale paiono evidenziati altri fenomeni variamente importanti legati agli stessi meccanismi e con gli stessi effetti (Capanne di Cosola, area di C. Purgaia, aree a Nord della Cresta Prenardo-Ebro).

Per quanto concerne più specificamente la zona limitata ma gravemente compromessa di Montaldo di Cosola si può ritenere che l'abitato sorga quindi su preesistente accumulo di antica frana per colamento, temporaneamente assestato in posizione di precario equilibrio e attual-

mente rimobilizzato (nella sua porzione a Est del Rio di Montaldo) da intervenute cause destabilizzanti. Queste ultime dovranno essere approfondite da ulteriore studio, indagando il ruolo delle acque di infiltrazione, dell'attività torrentizia di fondovalle legata alla possibile azione di spinta esercitata dalla prospiciente colata di C. Purgaia, posta in sinistra del T. Casella, dal ruolo dell'incisione del tratto terminale del Rio Montaldo. Un rilievo accurato delle varie lesioni subite dagli edifici, una valutazione dei vettori di spostamento e una mappatura di dettaglio potranno fornire utili indicazioni, in mancanza di dati in profondità, sull'eventuale (o eventuali) piani di movimento.

### 5.11 Considerazioni generali sulle aree coinvolte (F. Forlati, C. Troisi)

Come già notato, l'evento alluvionale del 1993 è stato caratterizzato essenzialmente da processi verificatisi lungo la rete idrografica sia principale che secondaria, interessando il Piemonte nordoccidentale e sudorientale. I processi lungo i versanti sono stati, nel complesso, limitati. Solo in alcuni settori del Piemonte sudorientale si segnala una certa diffusione di fenomeni franosi per saturazione e fluidificazione delle coperture superficiali non verificatisi nel settore nordoccidentale a causa delle intensità orarie cumulate di pio-

vosità, che non hanno generalmente raggiunto le soglie critiche di innescio per tali fenomenologie.

La figura 58 sintetizza il quadro conoscitivo in merito agli effetti e ai danni desunto dai sopralluoghi e dalle segnalazioni pervenute al Settore Geologico Regionale (Banca Dati Geologica) relativamente agli eventi alluvionali del settembre - ottobre 1993. Si noti la preponderanza di informazioni inerenti i processi lungo tratti di asta fluviale e torrentizia (435) rispetto a quelle di locali processi di instabilità dei versanti (160) nonché l'alto numero di informazioni circa il danneggiamento o la distruzione di opere di attraversamento.

L'intensità di un evento idrometeorologico e l'entità dei suoi effetti sono due fattori distinti che non sempre, o non comunque, sono in relazione diretta. L'entità oggettiva dell'evento è valutabile in funzione di fattori totalmente naturali (durata ed intensità delle piogge, portate ecc.) mentre l'entità degli effetti e dei danni alle infrastrutture è legata a fattori quali l'utilizzo del territorio, la dinamica dei processi e la presenza, efficacia e funzionalità delle opere di difesa.

Gli effetti della piena del settembre 1993 in Piemonte, descritti nei paragrafi precedenti, hanno le loro origini in elementi naturali ed in elementi antropici, che verranno di seguito brevemente riassunti.

Prescindendo dai valori di precipitazione, commentati al capitolo 2, il

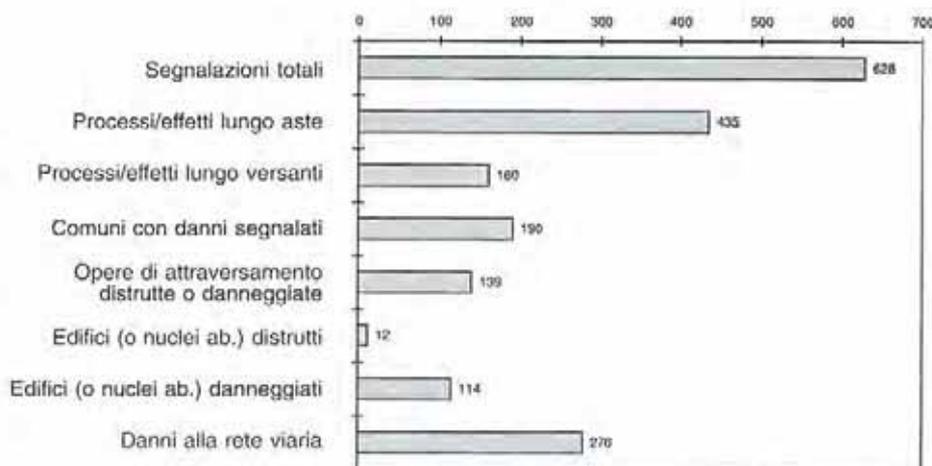


FIGURA 58 - Segnalazioni contenute nella Banca Dati Geologica della Regione Piemonte relativamente all'evento alluvionale del settembre-ottobre 1993.

fattore naturale che maggiormente sembra aver conferito alla piena il carattere distruttivo è l'elevato trasporto solido di fondo (per una descrizione generale del fenomeno vedi cap. 3) che ha caratterizzato le aste torrentizie in ambiente sia alpino che appenninico.

In alcuni casi il fenomeno è stato innescato dal rilascio, presso le testate, di grandi volumi di depositi incoerenti costituenti parte di apparati morenici (Forno Alpi Graie, nella Val Grande di Lanzo e Macugnaga, in Valle Anzasca). In altri casi l'innescamento ha avuto origine dallo scalzamento al piede di ampi fenomeni franosi (Val Soana) o dalla diffusione, nei bacini, di fenomeni franosi per fluidificazione delle coperture superficiali (bacini appenninici: T. Bormida; Belbo, Borbera; Scrivia, Curone). Lungo il T. Sesia, il T. Divedro ed il tratto alpino del T. Orco il trasporto solido è stato invece originato da processi di rimobilizzazione di materiale in alveo.

Oltre ai materiali detritici, le correnti di piena hanno trasportato grandi quantità di materiali di origine vegetale come radici, tronchi d'albero e ramaglie, i cui accumuli hanno talora contribuito in maniera determinante all'ostruzione delle luci idrauliche dei ponti e, di conseguenza, al crollo degli stessi (Valle Soana, Val Sesia, Valle Stura ecc.). In alcuni casi si tratta di materiali provenienti dalla vegetazione cresciuta negli alvei stessi ma gran parte di tali materiali sembra comunque provenire da settori di sponda coinvolti in franamenti. Tali franamenti interessano spesso le sponde dei tributari minori, che trasferiscono poi nelle aste principali i materiali presi in carico. Gli elementi di turbativa antropica che più frequentemente emergono dai rilievi effettuati sono i seguenti.

- Le luci idrauliche di molte delle opere di attraversamento distrutte erano inadeguate a consentire il deflusso, se non delle sole portate liquide, delle imponenti quantità di solidi trasportati durante la piena, arricchiti da tronchi d'albero e altro materiale vegetale (vedi sopra) talora proveniente da resti di attività agricole scaricate negli alvei, pratica partico-

larmente comune nelle aree di pianura ed appenniniche.

Nei casi di alcuni ponti distrutti o danneggiati (Macugnaga loc. Pecetto; ponte di Gabbio sul T. Sesia; ponti di Villanova, Montelavecchia, Cernisio e Zurlera in Valle Soana; ponte di Rivarolo sul T. Orco; ponte di Piagni, sulla Stura di Lanzo) erano presenti, da uno o entrambe i lati, rilevati di accesso che venivano a costituire spiccati restringimenti delle sezioni di deflusso. La presenza di tali strozzature ha causato, nel tratto a monte, fenomeni di rigurgito nonché un effetto combinato di deposizione di materiale grossolano e forte erosione di sponda che ha prodotto danni talora rilevanti.

In tre casi: ponte di Sparone e ponte presso la fraz. Gera a Noasca, sul T. Orco; ponte di Cabella Ligure sul T. Borbera, le luci dei ponti erano state parzialmente ostruite per realizzare campi sportivi.

Appare probabile che, in generale, il dimensionamento delle luci idrauliche fosse stato fatto sulla base di formule teoriche relative alla sola portata liquida, ignorando le elevate capacità di trasporto solido proprie dei torrenti alpini. Si dimostra quindi, una volta di più, come, nei tratti alpini in particolare, il metodo classico di verifica della sezione idraulica (confronto tra la portata di massima piena stimata con formule e la portata smaltibile da una determinata sezione) appaia inadeguato. Gli attraversamenti sui corsi d'acqua alpini andrebbero affrontati mediante opere ad ampia luce od a campata unica, con superamento di tutta la larghezza dell'alveo a piene rive. Tale elemento è già stato più volte ribadito da vari autori (Anselmo, 1980; Caroni, 1982; Govi, 1978; Govi, 1990).

- Alcune opere di difesa distrutte dalla piena del settembre 1993 erano già state gravemente danneggiate o distrutte (talora più volte) nel corso di precedenti eventi alluvionali e poi ricostruite. Tali ripetute distruzioni testimoniano un violento impatto con il corso d'acqua e sarebbe quindi stato necessario verificare l'opportunità di altre forme di ripristino.

- Quasi ovunque si osservano opere longitudinali e difese spondali realizzate per sottrarre spazi alle fasce di competenza fluviale o torrentizia a fini insediativi (Macugnaga, Val Sesia, Val Soana, Val Borbera ecc.).
- Molti degli interventi realizzati in passato, sia in ambiente alpino che in aree di pianura, sono stati realizzati senza una precisa conoscenza del modello fluviale.

A titolo di esempio si possono citare interventi realizzati ignorando la natura pluricursale di certi tratti di alveo. Alcune opere di attraversamento scavalcano il solo canale di deflusso attivo al momento dell'opera e occludono, con rilevati, la rimanente sezione d'alveo. Molte infrastrutture insediative sono state realizzate in settori di alveo pluricursale non ordinariamente interessati dai deflussi.

- La generalizzata pratica di canalizzazione dei corsi d'acqua genera un forte aumento delle velocità dei deflussi nel corso degli eventi di piena, un aumento delle capacità di trasporto solido e maggiori potenzialità distruttive nei tratti non protetti.

- Per quanto attiene ai danni subiti dai manufatti si ritiene necessario operare un distinguo tra i danni alla rete viaria e quelli alle altre infrastrutture. Nell'ambiente alpino piemontese, spesso caratterizzato da fondovalle piuttosto stretti ed incassati (Valle Soana, Val Divedro, Valle Anzasca, Valle Stura ecc.) diversi tronchi di rete viaria (fatto salvo per le problematiche inerenti alle luci idrauliche delle opere di attraversamento, vedi sopra) appaiono inevitabilmente esposti agli effetti delle piene in quanto, in linea di massima, la strada di fondovalle non può essere che là dove è. Il rifacimento, ogni *n* anni, di tratti di strada asportati è quindi da ritenersi un fatto cronico. Diverse sono le problematiche attinenti alle infrastrutture insediative. La grande maggioranza di tali infrastrutture danneggiate nel corso della piena erano ubicate in settori molto prossimi all'alveo ordinario, in aree più o meno chiaramente interessate dalle dinamiche torrentizie (località Spagna a Varzo, località Pecetto presso Macugnaga; località Bussoni lun-

go la Stura di Lanzo; Valprato Soana e Ronco [località Bettassa] lungo il T. Soana ecc.).

- In alcuni casi (Ronco Canavese, Valprato Soana, Pavone Canavese) le infrastrutture danneggiate si trovavano entro l'ambito fluviale o torrentizio, su settori di chiara pertinenza dei deflussi, riattivati nel corso della piena.

- In certi settori di pianura si sono verificati effetti di propagazione della piena causati da una fitta rete di canali irrigui o derivatori, spesso abbandonati, privi di manutenzione o di funzionali sistemi di presa e regolazione. L'esistenza di una rete idrica minore connessa al corso d'acqua principale rappresenta, da un lato, un positivo elemento di laminazione e riduzione del picco di piena, ma costituisce, al tempo stesso, un fattore di disordine che può ingenerare situazioni di rischio idraulico difficilmente prevedibili in aree distanti dai corsi d'acqua principali. Sarebbe quindi opportuno un generale riordino dell'intero sistema di canali irrigui e dei canali di scolo agricoli. Tale opera richiederebbe soprattutto interventi di tipo normativo, data l'estrema eterogeneità dei soggetti interessati (privati, consorzi, comuni, enti pubblici ecc.).
- Nei tratti di pianura, la realizzazione di soglie idrauliche trasversali immediatamente a valle dei ponti al fine di preservarne l'integrità ha provocato in diversi casi lesioni e, talora, la distruzione (ponte di Quassolo sulla Dora Baltea; ponte sulla SP S. Benigno-Fogizzo, sul T. Orco) di opere di attraversamento. La presenza di una soglia idraulica, realizzata in entrambi i casi citati con massi da scogliera, ha favorito a monte l'innalzamento idrometrico, a valle l'insorgere di accentuati fenomeni erosivi di fondo. L'erosione rimontante che ne è derivata ha determinato in un primo momento lo smantellamento del tratto centrale della soglia stessa, a cui è seguito un'approfondimento dell'alveo con conseguente sottoescavazione e scalzamento delle pile centrali dei ponti.

- I danni maggiori in aree di pianura si sono registrati a scapito di infrastrutture localizzate e dimensionate

senza tenere conto delle loro possibili interferenze con la propagazione dei deflussi. Molti rilevati viarii hanno amplificato gli effetti dell'evento impedendo il riflusso delle acque di inondazione verso l'alveo. Sono stati coinvolti in genere non solo centri abitati ubicati in aree ricorrentemente soggette a fenomeni fluviali (Le Gave di Rivarolo, C. na Camagnino, Loc. Rivarotta sul T. Orco; Banchette sulla Dora Baltea per citare alcuni dei casi) ma anche località non normalmente colpite dai fenomeni di piena, a causa dell'interferenza di infrastrutture realizzate nell'ultimo ventennio (Marchetti, Molla Quilico di Pavone Canavese sul Rio Ribes, ecc.).

Come sottolineato nelle note precedenti, l'alluvione del settembre 1993 ha comportato, su molti tratti di asta torrentizia e fluviale, una forte movimentazione di materiali solidi. Secondo molti settori dell'opinione pubblica e secondo la quasi totalità delle amministrazioni locali interessate il trasporto solido, di questo evento alluvionale nonché di quelli precedenti, avrebbe determinato, lungo molti tratti di asta fluviale e torrentizia, condizioni di sovralluvionamento. Tale elemento sarebbe alla base sia dei danni verificatisi sia delle permanenti condizioni di rischio, donde ne derivano richieste, spesso pressanti, volte ad ottenere corposi interventi di ricalibratura e disalveo, con rimozione di grandi quantità di materiali su lunghi tratti di asta.

Il dibattito circa il rialzamento del letto dei corsi d'acqua è antico e si ritiene interessante, a tal proposito, riportare parte di un documento del 1882, a firma del Prof. Ing. Gaetano Bruno. *«Nei fiumi torbidi, sia lungo il canale di scarico che in quello di alluvione, o solo in questo, si può produrre rialzamento di letto, e molti idraulici ritengono che il deposito di materiali dia luogo senz'altro al continuo e progressivo alzamento di tutto l'alveo. Ma, salvo casi particolari, ciò non avviene che in modo insensibilmente progressivo, ovvero è limitato ad un certo tratto del fiume, ove convengono determinate categorie di materiali per via di affluenti: ed il più delle*

*volte tale rialzamento si verifica per un periodo di tempo più o meno lungo, al quale succede dipoi la escavazione. (omissis).*

*D'altra parte, s'incontrano nei fiumi depositi di ghiaja che non possono essere stati trasportati dal fiume stesso nel suo attuale reggime, e però sono dovuti allo stato anteriore del fiume, o alla rovina di sponde poco lontane, o ad altre cause non permanenti. Ed infine molte opere d'arte d'antichissima costruzione attestano la permanenza del fondo del fiume.*

*È da ritenersi adunque che il rialzamento del letto possa prodursi in maniera permanente solo in qualche tratto del fiume, come nel raccordo tra il bacino di raccolta e quello di deiezione di un torrente che va di mano in mano fissando il proprio alveo e diminuendo l'impeto; come nel bacino di deiezione o nell'ultimo tronco di un fiume dove i materiali sono obbligati a deporli: ma lungo il canale di scarico di un fiume, il rialzarsi del letto, non può verificarsi che alternatamente a periodi più o meno lunghi, o per cause accidentali e concorrenti che esamineremo nell'articolo seguente. (omissis)».*

Senza la pretesa di voler interferire con i settori della Pubblica Amministrazione ai quali competono direttamente le sistemazioni lungo le aste fluviali e torrentizie, si ritiene comunque di esporre alcune considerazioni, derivate direttamente dalle estese campagne di rilievi a seguito di questo e di altri eventi alluvionali.

- Mancano del tutto, o quasi, dei livelli di riferimento dei fondi alveo per verificare oggettivamente eventuali condizioni di sovralluvionamento.

- Ove tali livelli di riferimento esistono, sulle aste di pianura, questi paiono indicare una generale tendenza all'erosione più che al sovralluvionamento. La maggior parte delle cosiddette sezioni Brioschi, lungo il Po, misurate dal 1870, segnalano approfondimenti sino a 6-8 m (Banca Dati Geologica). Lungo il T. Cervo si segnalano, a causa delle attività estrattive, approfondimenti sino a 12.5 m in 15 anni (Ramasco & Rosanigo, 1988).

- Se è vero che un esame «a vista» di alcuni tratti d'asta sembra indicare un sovralluvionamento è altrettanto vero che molti altri tratti appaiono chiaramente in erosione.
- Molti ponti sono crollati, o sono stati danneggiati, per sottoescavazione di alcuni piloni (ponte ANAS sul Cervo; Pont Canavese, S. Benigno, Foglizzo, autostrada TO-AO sul T. Orco; ponte di Quassolo sulla Dora Baltea) il che indica erosione più che deposito.
- La naturale modificazione degli alvei fa sì che, nei tratti di asta in ambiente alpino, il trasporto si effettui per pulsazioni, in maniera tale che gli effetti di erosione e deposizione di materiali grossolani si alternino in piene successive.
- Dato il delicato equilibrio che caratterizza ogni corso d'acqua ogni intervento di disalveo realizzato in passato ha comportato, oltre alle modifiche locali, importanti modifiche con ripercussioni (perlopiù negative) nell'intero sistema fluviale o torrentizio per lunghi tratti sia a valle che a monte dell'intervento stesso.
- Mancano sicure prove che dimostrino come la rimozione di materiali

dall'alveo riduca, nel complesso, il rischio idraulico.

Una generalizzata attività di rimozione inerti se da un lato potrebbe forse risolvere, parzialmente e temporaneamente, alcune puntuali situazioni di rischio, comporterebbe, alla lunga, effetti negativi della stessa natura di quelli provocati dalle escavazioni in alveo, di seguito brevemente riassunti:

- generale riduzione della scabrezza;
- aumento della velocità e dell'impetuosità della corrente;
- diminuzione generalizzata (nelle aste di pianura) dei tiranti idrici, con minore capacità complessiva di accumulo e laminazione;
- a parità di evento pluviometrico, picchi di piena più intensi ed elevati;
- rimozione, nelle aste di pianura, del corazzamento statico (pavè);
- aumento delle capacità sia di erosione che di trasporto;
- tendenza del corso d'acqua ad un andamento più rettilineo (il Po, a valle di Torino, ha tagliato 6 meandri negli ultimi 50 anni [Banca Dati Geologica]);

- tendenza all'unicursalità ed alla canalizzazione;
- sottoescavazione delle fondazioni dei ponti;
- aumento del rischio idraulico nei settori a valle e a monte di quelli oggetto degli interventi;
- abbassamenti della falda freatica (nei settori di pianura);
- generalizzato degrado dell'ambiente fluviale.

Consegue da quanto sopra che interventi inopportuni tesi a risolvere situazioni locali possono avere pesanti ripercussioni negative sul bacino nel suo insieme con aumento complessivo del rischio idraulico e dei danni all'evento di piena successivo. Si ritiene quindi che la ricalibratura che comporti interventi di disalveo dovrebbe essere intesa come intervento puntuale di manutenzione, teso al ripristino ed alla pulizia di sezioni idrauliche strette ed intasate quali luci di ponti e tratti in zona urbana. Ricalibrature e disalvei intesi come rimozione sistematica di grandi quantità di materiale per lunghi tratti di asta potrebbero, invece, generare più problemi di quanti non ne risolvano e dovrebbero essere considerati con estrema prudenza.

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

(S. Bovo, F. Forlati, C. Troisi)

Lo studio degli eventi alluvionali in Piemonte ha dimostrato come gli eventi più gravosi in termini di danni siano legati a situazioni di crisi non di tutto il reticolato idrografico ma di gruppi associati di bacini identificabili in base a criteri di interpretazione di tipo meteorologico, idrologico, geologico.

Sulla base dei dati storici disponibili nonché sulla base di uno studio commissionato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (1995) relativo alla redazione di un atlante dei rischi idrogeologici interessanti il bacino idrografico del Po, emergono per la frequenza sia di eventi idrologici critici sia di eventi locali, i bacini della Dora Baltea e dell'Orco, in associazioni più o meno combinate tra essi e con bacini limitrofi. Gli eventi più gravosi si sono verificati nel 1886, 1920 e 1948 nel bacino della Dora Baltea Piemontese e nel 1938 e 1947 nel bacino dell'Orco. In anni più recenti i due bacini sono stati interessati dagli eventi del 1968 e del 1977, più intensi nei limitrofi bacini nordoccidentali. Per quanto riguarda gli eventi locali, sulla base delle segnalazioni contenute negli archivi della Banca Dati Geologica, processi di instabilità dei versanti ed episodi di attività fluviale e torrentizia si sono susseguiti, nell'ultimo secolo, con ricorrenze medie di tre anni. Tutti gli eventi citati si sono verificati nei mesi autunnali ed in particolare nei mesi di settembre e ottobre. Ciò ben si inquadra nelle caratteristiche meteorologiche tipiche del periodo di fine estate, caratterizzato dall'instaurarsi di condizioni di instabilità susseguenti alla rottura degli equilibri anticiclonici estivi nel bacino del Mediterraneo: le prime irruzioni di aria fredda in quota incontrano una massa d'aria ancora calda

nei bassi strati; il contrasto termico verticale che ne deriva rende l'atmosfera instabile per tutto il suo spessore. Da uno studio di Meteo-France (Barret *et alii*, 1994) emerge come il 70% delle situazioni che hanno dato origine a precipitazioni superiori a 200 mm in 24 ore si siano verificate nel periodo compreso tra il 25 agosto ed il 15 novembre.

Le situazioni di criticità sono funzione delle caratteristiche evolutive di fenomeni quali:

- la lentezza del transito delle perturbazioni causata da situazioni di blocco sull'Europa Orientale e la conseguente persistenza delle correnti sud-occidentali di aria calda e umida;
- la presenza di strutture convettive isolate di grande estensione dotate di un forte grado di organizzazione interna e di cicli di vita propri;
- il sollevamento per effetto orografico o gli effetti di confluenza allo sbocco di principali assi vallivi;
- la temperatura dell'aria elevata che non consente l'immobilizzo in forma nevosa delle precipitazioni nelle zone alpine.

In relazione all'analisi dei rilevamenti effettuati si può affermare che, in molti casi, le situazioni di dissesto legate alle dinamiche fluviali e torrentizie si sono manifestate con modalità analoghe a quelle passate nonostante la presenza o meno di interventi sistematori. Tale constatazione dovrebbe indurre a considerare con maggior attenzione interventi non strutturali, finalizzati ad una migliore gestione del territorio non solo tramite l'emanazione di vincoli e norme d'uso del suolo, ma anche attraverso una corretta sensibilizzazione dell'opinione pubblica e delle popolazioni residenti nelle

aree interessate dai fenomeni. Senza minimamente voler soggiacere all'eterno luogo comune che prevede l'elogio del passato a detrimento del presente, si vuole comunque evidenziare che attualmente, rispetto alle epoche passate, le popolazioni sembrano non conservare la memoria storica degli eventi alluvionali. Ciò comporta anche il venir meno del timore che tali eventi dovrebbero ispirare. Tale tendenza potrebbe essere in qualche modo alimentata dal fatto che dal secondo dopoguerra in poi lo Stato ha sempre, in linea di massima, risarcito le infrastrutture distrutte o danneggiate (Govi, 1990). A quanto sopra si affianca una cieca fiducia nell'intervento di sistemazione. Quanto è accaduto, si dice, è dovuto alla mancata (o carente) realizzazione di interventi strutturali di sistemazione e non accadrà più quando tali interventi siano stati realizzati. Tale scuola di pensiero persiste anche quando l'evento abbia chiaramente dimostrato i limiti degli interventi strutturali stessi. A titolo di esempio si noti come, lungo il tratto di pianura del T. Orco (vedi il paragrafo relativo), il corso d'acqua abbia ripreso quasi ovunque il suo carattere pluricursale indipendentemente dalla presenza o meno di opere varie destinate a contenerlo e regimarlo.

Molti interventi, inoltre, vengono realizzati in risposta ad esigenze puntuali ignorando il fatto che ad un beneficio locale corrispondono modificazioni generali anche di elevata turbativa e disequilibrio. Tali problematiche dovrebbero comunque essere risolte dall'istituzione dell'Autorità di Bacino, che ha tra i suoi scopi quello di definire ed attuare attività di sistemazione e difesa nel quadro dell'assetto complessivo dell'intero bacino. A tal proposito risultano significative le linee-guida definite dall'Autorità di Bacino (1993), tra le quali quelle di seguito riportate.

- Non devono essere realizzati interventi in contrasto con la tendenza evolutiva del corso d'acqua.
- Tutte le difese di sponda o le briglie danneggiate o demolite indicano un severo impatto con il corso d'acqua: va attentamente valutata l'essenzialità di tali opere e di conseguenza l'opportunità di un ripristino in alternativa ad ipotesi diverse di controllo del corso d'acqua.
- Tutte le divagazioni, ramificazioni o modificazioni morfologiche indicano le esigenze effettive che esistono per il deflusso delle piene e per riconquistare al corso d'acqua spazi essenziali alla dinamica evolutiva; vanno attentamente considerate le ipotesi di preservare, per quanto possibile, al corso d'acqua le porzioni di territorio ora occupate.
- Nei tratti montani tutte le sezioni alluvionate o messe in crisi dalla combinazione tra deflussi liquidi e solidi rappresentano la misura delle reali sezioni necessarie al deflusso: vanno pertanto considerate nelle opere di ripristino.

Nei paragrafi precedenti sono state spesso citate le problematiche relative alla presenza di varie infrastrutture, abitative, artigianali od industriali, in aree di pertinenza fluviale o torrentizia. Oltre alla considerazione, del tutto ovvia, che i danni avrebbero potuto essere limitati se fossero stati evitati gli insediamenti, occorre sottolineare come l'effetto negativo della presenza di tali infrastrutture si propaghi a catena in quanto le amministrazioni locali, a seguito degli eventi di piena, ne invocano in genere la protezione. In molti casi le richieste misure di protezione comportano la realizzazione di opere tese a ridurre forzatamente i settori di pertinenza dei corsi d'acqua il che, oltre a contrastare con le indicazioni di cui sopra, comporta processi di canalizzazione che provocano un generale disequilibrio dei sistemi fluviali o torrentizi e quindi

un'aumento del rischio idraulico complessivo, specie se tali opere non risultano valutate nell'ambito dell'intero bacino idrografico di pertinenza.

La valutazione dei fenomeni di piena e le relative misure di controllo e sistemazione sono frutto di complesse analisi tipicamente multidisciplinari che prevedono il coinvolgimento di più enti e più figure professionali (ingegneri idraulici, geologi, agronomi, pianificatori del territorio, meteorologi ecc.). Nei rapporti con le popolazioni e con le amministrazioni locali la professionalità di tali figure viene spesso sottovalutata in quanto, nel sentire comune e per antico costume, si ritiene che l'aver vissuto a lungo in un certo sito (ad esempio lungo un corso d'acqua) sia di per se stessa condizione bastevole e sufficiente a formulare analisi dei fenomeni ed a proporre i relativi rimedi.

I fenomeni alluvionali sono fenomeni che si manifestano ciclicamente in un ripetersi cadenzato di pulsazioni di maggiore o minore intensità ma con meccanismi simili tra loro. Allo stato attuale delle conoscenze è possibile formulare, con ragionevole approssimazione spaziale e temporale, previsioni sulle condizioni meteorologiche scatenanti gli eventi alluvionali. Molto più problematica è la previsione degli effetti degli eventi provocati da quelle specifiche condizioni meteorologiche, in quanto dipendente dalle complesse interrelazioni tra molteplici fattori, sia naturali che antropici. Una miglior conoscenza degli eventi pregressi e delle dinamiche evolutive può permettere di formulare ipotesi anche in quest'ultimo campo riducendo quegli aspetti di fatalità ed eccezionalità culturalmente legati al verificarsi degli eventi naturali. Il presente lavoro intende collocarsi in tale contesto al fine di fornire un contributo, se pure limitato, alla conoscenza dei fenomeni alluvionali in Piemonte.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1729), *Atti di visita de' danni patiti dalle comunità per le corrosioni*. Archivio di Stato di Torino. Il documento è stato pure pubblicato su: CONTRAITO M. (1994), *Locana e i suoi dieci ducati: Pont e valle 1545-1900*. Tipografia Saviglianese.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (1993), *Evento alluvionale del settembre 1993 nel bacino del Po: analisi del fenomeno e conseguenti proposte*. Parma 14-10-1993.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (1995), *Completamento del catasto e redazione di un'atlante dei rischi idrogeologici per il bacino idrografico del Po*. Studio redatto dal CNR-IRPI di Torino e dalla società ISMES di Bergamo.
- AMBROSETTI W., L. BARBANTI, R. DE BERNARDI, V. LIBERA & A. ROLLA (1993), *L'alluvione sull'areale del Lago Maggiore nell'autunno 1993*. Nimbus, 1 (2): 50-54.
- AMBROSETTI W., L. BARBANTI, R. DE BERNARDI, V. LIBERA & A. ROLLA (1994), *La piena del Lago Maggiore nell'autunno 1993: un evento di portata secolare*. Documento dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, n. 45: 51 pp.
- ANSELMO V. (1980), *Sul comportamento delle infrastrutture stradali in ambiente alpino nel corso di eventi alluvionali*. Atti e Rass. Tecn. Soc. Ingegneri e Architetti, Torino, 113, 2, 61-73.
- Banca Dati Geologica - Studi, Ricerche e Banca Dati Geologica della Regione Piemonte (...), *Dati provenienti dall'archivio del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte*, Torino.
- BARBANTI L. & W. AMBROSETTI (1994), *Lago Maggiore: Analisi della piena dell'autunno 1993*. Il Cobiandchi, 5: 65-77.
- BARRET I., V. JACO & J.C. RIVRAIN (1994), *Une situation à l'origine de pluies diluviennes en région méditerranéenne*. La météorologie, 8<sup>e</sup> série, n. 7, septembre 1994.
- BERTOLOTTI A. (1873), *Passeggiate nel Canavese*, Tipografia De Curbis, Ivrea 1873.
- BERTOTTI M. (1982), *Appunti storici e corografici sulla Valle Soana nei secoli XVII e XVIII*, edizioni Corsac, Cuorgnè, pp.24.
- BERTOTTI M. (1983), *Appunti per una storia di Cuorgnè*, R. Enrico editore, Ivrea.
- BRICE J.C. (1983), *Planform properties of meandering rivers*, in «River meanderings», Proc. Conference Rivers '83, ed. M. Elliott, American Society of Civil Engineers, N.Y., 1983, 1-5.
- BRUNO G. (1882), *Fiumi e Torrenti*, in: Enciclopedia delle Arti e Industrie, vol. 3<sup>o</sup>, pag. 243 e seg., Unione Tipografica Editrice, Torino.
- CAMPBELL R.H. (1975), *Soil slip, debris flow and rainstorms in the Santa Monica Mountains and vicinity, Southern California*, U.S. Geol. Survey Prof. Pap., 851, 51 pp.
- CARONI E. (1982), *I metodi empirici per la valutazione delle portate di piena*. C.N.R. P.F. Conservazione del Suolo, Pubbl. 165, a cura di E. Caroni et alii.
- Città di Ivrea, Assessorato alla Cultura: "Alluvione in Canavese", marzo 1994.
- GIUFFRIDA G. (1971), *L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte*. In: Annali idrologici 1971 - Parte seconda, pp. 111-138, Ministero dei Lavori Pubblici.
- CLAVARINO L. (1867), *Saggio di corografia statistica e storica della Valle di Lanzo*. Tip. Gazzetta del Popolo, Torino (ristampa anast. 1972, ed. Gribaudo, Torino), pp. 48-49.
- GOUCUEL (1959), *L'application de la géologie aux travaux de l'ingénieur*. Masson, Parigi.
- GOVI M. (1978), *Gli eventi alluvionali del 1977 in Piemonte: problemi di protezione idrogeologica*. Atti del convegno "Pianificazione territoriale e geologia", Torino, aprile 1978, pag. 37-45.
- GOVI M. (1979), *L'assetto geomorfologico nella valutazione dei rischi connessi ad eventi idrologici estremi*, seminario su "La Pianificazione di Bacino", luglio 1979, pp. 5-39, Genova.

- GOVI M. (1990), *Mouvements de masse récentes et anciens dans les Alpes italiennes*. Proceedings of the fifth international symposium on landslides, Losanna, luglio 1988.
- GOVI M., G. MORTARA & P.F. SORZANA (1985), *Eventi idrologici e frane*, Geol. Appl. e Idrog., vol. XX, parte 2, pp. 359-375, Bari.
- INNOCENTI M. (1991), *Carta geomorfologica applicata per i vincoli d'uso dei suoli: dinamica fluviale e dei versanti*. Documento non pubblicato allegato al PRGC di Ronco Canavese, 1991.
- LUINO F. (1993), *Effetti dell'evento pluviometrico del 23-24 settembre 1993 nell'Italia nord-occidentale*. Nimbus, A. 1, n. 2.
- LUINO F., M. RAMASCO & G. SUSELLA (1993), *Atlante dei centri abitati instabili piemontesi*. Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Programma speciale: Studio Centri Abitati Instabili - Pubblicazione n. 964, Unità Operative: 2.1 C.N.R. - I.R.P.I. Torino - 2.2 Regione Piemonte S.P.R.G.M.S.
- MARAGA F. (1989), *Ambiente fluviale in trasformazione: alveo tipo pluricursale verso un nuovo modellamento nell'alta pianura padana*. Atti del congresso Suolosottosuolo, Associazione Mineraria Subalpina, Torino, 27-30 settembre 1989, vol. 1, pp. 119-128.
- MARAGA F. (1991), *Riduzione del campo di attività fluviale e disponibilità di sedimento nei tratti d'alveo pluricursali: casi di studio nella pianura padana*, seminario su "Fenomeni di erosione ed alluvionamenti degli alvei fluviali", 14-15 ottobre 1991, pp. 51-62, Ancona.
- MARRUCHI U. (1545), *Descriptio status Ponti et vallium*. Archivio di Stato di Torino, Arch. di Corte, Paesi, Provincia di Ivrea, mazzo 11, Valli di Pont, n. 6/1. Pubblicato a cura di Elisa Mongiardino nel Bollettino della Società Piemontese di Architettura e Belle Arti, Nuova Serie, XLII, 1988.
- MILONE G. & P. MILONE (1911), *Notizie delle Valli di Lanzo*. Tip. Palatina di G. Bonis, Rossi & C., Torino (ristampa 1975, A. Vigliengo & C. Editori), pp. 129-130.
- PELLEGRINI M. & L. ZAROTTI (1975), *Un esempio di erosione accelerata in alveo: il T. Tiepido presso Maranello (MO)*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 106, pp. 145-146.
- RAMASCO M. & P. ROSSANIGO (1988), *Evoluzione morfologica dell'alveo de T. Cervo nel tratto di pianura e studio fotointerpretativo dell'inondazione verificatasi il 2-3 novembre 1968*. Provincia di Vercelli (Settore Assetto Ambientale), Regione Piemonte (Servizio Geologico). Regione Piemonte, CNR-IRPI Torino & CSI Piemonte (1990), *Banca Dati Geologica*, maggio 1990, 93 pp., Torino.
- Regione Piemonte (1993), *Prime note sull'evento alluvionale in Piemonte del 22-25 settembre 1993*. Rapporto inedito a cura del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Assessorato Difesa del Suolo e Governo Risorse Idriche della Regione Piemonte.
- Regione Piemonte (1994), *Piano di coordinamento tecnico per l'attuazione degli interventi a favore delle zone colpite da fenomeni alluvionali nei mesi di settembre-ottobre-novembre 1993 con particolare riguardo ai torrenti Orco, Soana, Stura di Lanzo e Anza (DGR n. 130/34420 del 2/5/1994)*, elaborato tecnico a cura del Servizio Difesa Assetto Idrogeologico e Difesa del Suolo.
- SPINEDI, F., G. KAPPENBERGER & S. SARTORI (1993), *Le alluvioni del Settembre-Ottobre 1993 nel Canton Ticino*. Nimbus, 1 (2): 55-56.
- SPINEDI, F., G. KAPPENBERGER & S. SARTORI (1993), *Le alluvioni del Settembre-Ottobre 1993 sul versante sudalpino*. Centro meteorologico dell'Istituto Svizzero di meteorologia, Locarno Monti. Rapporto preliminare: 37 pp.
- TELESCA P. & M. FADDA (1993), *Evento meteorologico 22-23-24-25 settembre 1993: analisi del fenomeno meteorologico; dinamica dei versanti e formazione delle piene; azioni da intraprendere*. Rapporto inedito del Settore OOPP a Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.
- Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Servizio idrologico e geologico nazionale. *La crue del 1993 en Valais et au Tessin. Mesures effectuées et premières conclusions*. Comunicazione n. 19a. Berna: 87 pp.
- VARNES D.J. (1978), *Slope movements types and processes*, in Schuster R.L. & Krizek R.J. Ed., "Landslides, analysis and control". Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176. Nat. Acad. of Sciences, p. 11-33.
- WALLIS J.R. (1980), *Risk and uncertainties in the evaluation of flood events for the design of hydrologic structures*, Seminario su "Eventi idrologici estremi: piene e siccità" Erice, 22-25 marzo 1980.