



## CONTRIBUTI SPECIFICI

*Il presente capitolo raccoglie alcuni contributi inquadrabili nel tema generale oggetto del volume, ma dedicati a taluni aspetti "specifici" di indubbio interesse, la cui trattazione "a parte" ha permesso di sviluppare in modo originale l'argomento trattato.*

### ◆ 3.1 GRANDI FENOMENI FRANOSI ATTIVATISI A SEGUITO DELL'EVENTO DELL'OTTOBRE 2000

*Manlio Ramasco, Carlo Troisi*

#### 3.1.1 INTRODUZIONE

L'evento idrometeorologico del 13-16 ottobre 2000, esaurientemente descritto nel capitolo 1 del presente volume e al quale si rimanda per ogni approfondimento, si è caratterizzato per aver interessato con piogge intense e persistenti, escluse code poco significative all'inizio e alla fine dell'evento, una estesa fascia dell'arco alpino occidentale che va dalle valli Pellice-Chisone fino alle valli ossolane, ivi compresa la Valle d'Aosta.

Caratteristica di questo evento, oltre alla estensione dell'area colpita, è stata la grande quantità di precipitazioni complessivamente cadute su tutta l'area, che hanno indotto una profonda crisi su quasi tutti i bacini idrografici principali della sinistra Po. Tali precipitazioni infatti, per molti dei bacini montani suddetti, si sono attestate su valori cumulati tra 600 e un massimo di 740 mm misurato alla stazione di Bognanco Pizzanco, con numerosi picchi di intensità oraria superiore a 40 mm.

Altra caratteristica di questo evento è stata quella di innescare, in modo significativo e percettibile, durante o qualche tempo dopo le piogge, la riattivazione di un discreto numero di frane, (**Figura 3.1** ◆) sia di medie che di grandi dimensioni, fenomeni questi ultimi che generalmente non rispondono in modo così immediato e così strettamente correlato agli eventi di pioggia. A questo proposito bisogna infatti aggiungere che l'evento dell'ottobre 2000, oltre ad aver apportato grandi quantità di pioggia, si è sommato ad un precedente significativo ciclo di precipitazioni che hanno interessato a fine settembre circa le stesse aree, ragione che giustificerebbe la riattivazione di un così elevato numero di grandi frane di tipo alpino.

Senza voler approfondire tutto il complesso discorso sull'analisi delle variazioni climatiche che in qualche modo influenzano l'attività di queste grandi frane, correlazioni che oltretutto andrebbero fatte caso per caso e tenendo anche conto delle condizioni di fusione del manto nevoso preesistente, possiamo ragionevolmente sostenere, dato anche il discreto numero di fenomeni che si sono palesemente attivati in seguito a questo evento, che l'evento di ottobre, sommato alle piogge di settembre, stia all'origine dei movimenti osservati.

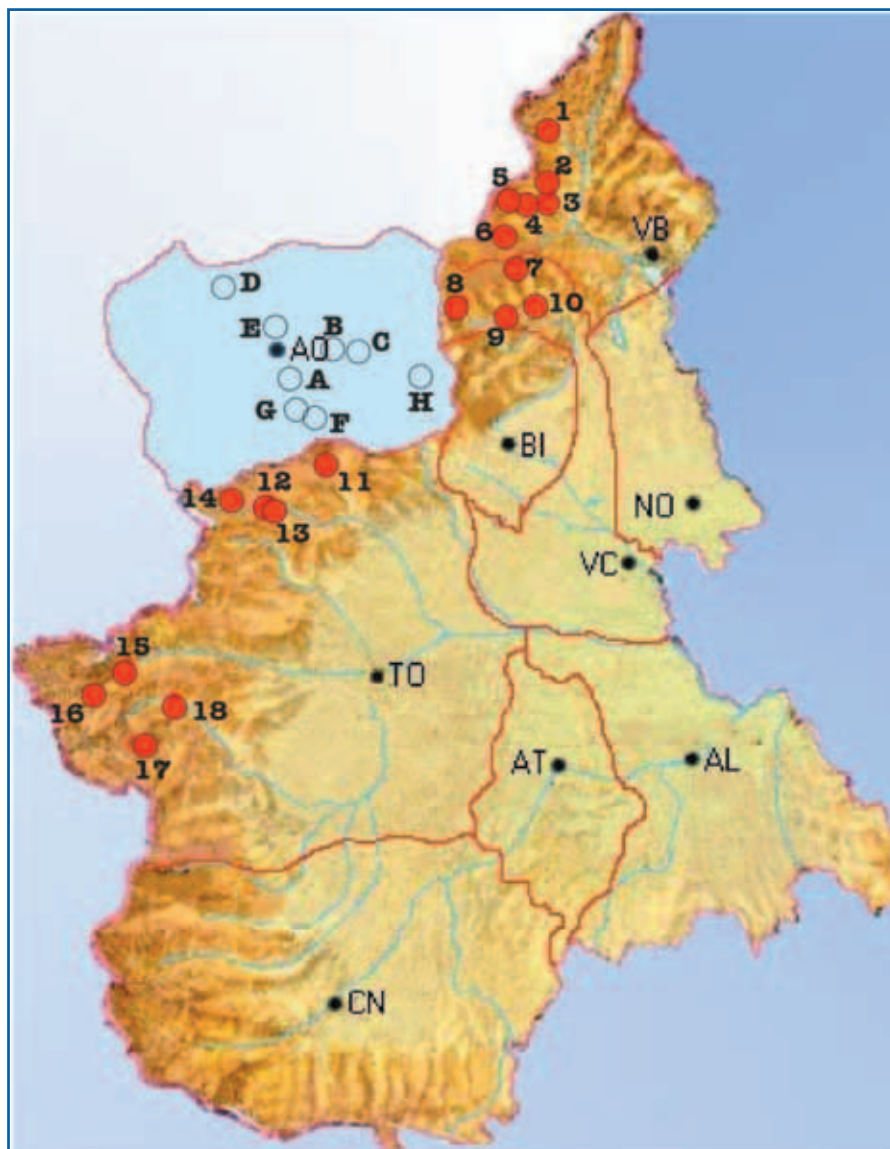
L'attività che caratterizza i grandi fenomeni franosi generalmente si esplica con cicli di quiescenza, di norma abbastanza lunghi, cui si alternano brevi periodi di ripresa del movimento. Questo tipo di comportamento, per una serie di ragioni intrinseche alle caratteristiche dei feno-

**Figura 3.1** ◆

Elenco e ubicazione delle principali frane in Piemonte e Valle d'Aosta.

- 1 - Frana di Schiaffo nel comune di Trasquera (VB);
- 2 - Frana di S. Lorenzo-Graniga nel comune di Bognanco (VB);
- 3 - Frana di Alpe Sogno nel comune di Montescheno (VB);
- 4 - Frana di Rio Balmel nel comune di Viganella (VB);
- 5 - Frana di Alpe di Campo nel comune di Antrona Schieranco (VB);
- 6 - Frana di Campioli-Prequartera nel comune di Ceppo Morelli (VB);
- 7 - Frana di Alpe Baranca nel comune di Fobello (VC);
- 8 - Frana di Otro-Feglierech nel comune di Alagna Valsesia (VC);
- 9 - Frana di Torre delle Giavine nel comune di Boccioleto (VC);
- 10 - Frana di Pratirossi nel comune di Cervatto (VC);
- 11 - Frana del Santanel nel comune di Valprato Soana (TO);
- 12 - Frana di Rosone nel comune di Locana (TO);
- 13 - Frana di Gascheria nel comune di Locana (TO);
- 14 - Frana di Cres della Sassa nel comune di Noasca (TO);
- 15 - Frana del Rio Neimar nel comune di Exilles (TO);
- 16 - Frana di S. Giusto nel comune di Oulx (TO);
- 17 - Frana di Gardiola nel comune di Salza di Pinerolo (TO);
- 18 - Frana del Fraisse nel comune di Usseaux (TO).

- A - Becca di Nona nel comune di Pollein;
- B - Vollein nel comune di Quart;
- C - Chervaz nei comuni di Fenis e Chanbave;
- D - Tete de bois de Quart nel comune di S. Remy-en-Bosses ;
- E - Closellinaz nel comune di Roisan;
- F - Champlong nel comune di Cogne;
- G - Gimillan nel comune di Cogne;
- H - Bosmatto nel comune di Gressoney-Saint-Jean.



menì stessi e alla loro collocazione, passa sovente inosservato, a meno che si abbiano frane strumentate o si verifichino condizioni critiche di rottura e collasso dell'intera massa o di parte di questa, situazioni comunque non molto frequenti. Per queste ragioni le informazioni e le conoscenze in merito all'attività e all'evoluzione di queste frane sono generalmente scarse e disomogenee.

Si tratta tuttavia di fenomeni da non sottovalutare, anche se, come già detto, poco frequenti e collocati solitamente in zone impervie e distanti dalle principali aree antropizzate. Queste frane infatti possono avere implicazioni pesantissime sulla vita e attività umane, soprattutto in relazione al fatto che spesso inducono lo sviluppo di fenomenologie associate, indirette e collaterali, talora con effetti anche molto distanti dall'area in cui si originano e in alcuni casi gravi e devastanti.

Succede infatti molto spesso che una riattivazione dell'intera frana, o di parti consistenti di questa, anche se caratterizzata da una limitata dislocazione di tutta la massa porta tuttavia al collasso di grosse porzioni del corpo detritico; soprattutto sui settori frontali e marginali, dove generalmente i materiali sono saturi in acqua. Di conse-



guenza si formano rapide colate detritiche di grosse dimensioni che scendono lungo le incisioni del versante e, quando interferiscono col reticolo idrografico già in crisi per le piogge, innescano fenomeni ancora più gravi e pericolosi che possono ripercuotersi a grande distanza, come si può osservare per molti dei fenomeni di seguito descritti.

A completamento di questo capitolo si è voluto aggiungere, anche se non con il dettaglio di informazioni riservato alle frane che hanno interessato il territorio Piemontese, un quadro dedicato alle frane che si sono attivate in Valle d'Aosta, regione limitrofa alla nostra che interrompe la continuità fisica dell'arco alpino occidentale solamente sotto l'aspetto amministrativo.

### 3.1.2 FENOMENI FRANOSI ATTIVATISI IN PIEMONTE

*Manlio Ramasco, Carlo Troisi*

*con il contributo di Daniele Drago per le frane di Rio Neimar, comune di Exilles (TO) e di S. Giusto, comune di Oulx (TO), e di Giacomo Re Fiorentin per le frane di Rio Santanel, comune di Valprato Soana (TO) e di Cres della Sassa, comune di Noasca (TO).*

Le precipitazioni dell'evento 2000 si sono caratterizzate per aver determinato l'innescò di riattivazioni significative di alcune grandi frane alpine quiescenti, con movimenti che hanno interessato ora tutta la massa, ora solo settori più localizzati di questa, fortunatamente senza che nessuna giungesse ad un vero e proprio collasso.

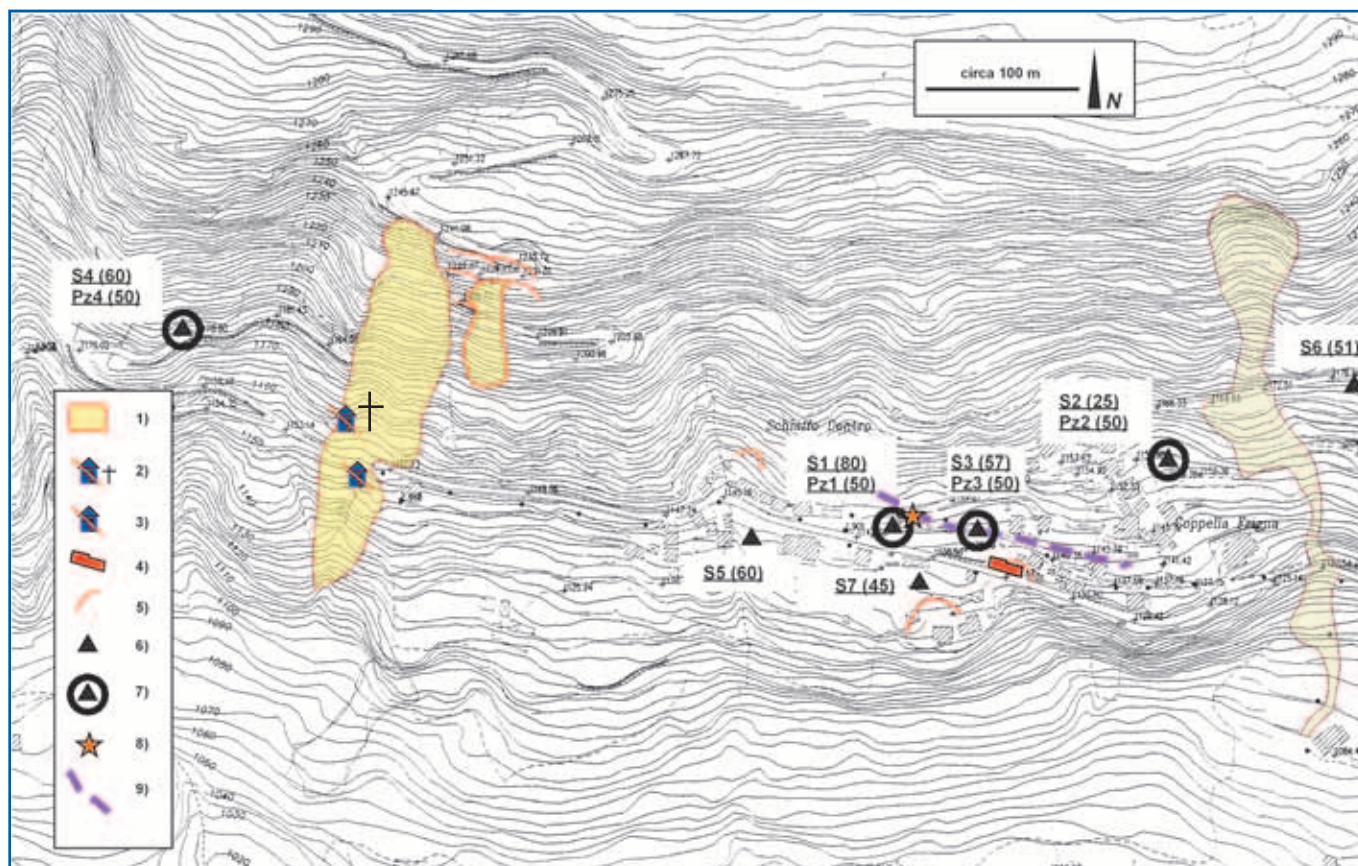
L'elenco di frane trattate in questo capitolo è sicuramente carente e disomogeneo, perché raccoglie informazioni dettagliate su alcuni fenomeni già conosciuti o analizzati a fondo per le gravi implicazioni che hanno avuto e, contemporaneamente, informazioni più scarse per altri casi che hanno destato solo poche preoccupazioni o poca attenzione perché piuttosto discosti. Si sono tuttavia volute raggruppare in questo testo tutte le informazioni raccolte, le interpretazioni e le analisi fatte, in modo che chiunque possa usufruirne per successivi ulteriori approfondimenti, scusandoci fin da ora per non aver segnalato quei fenomeni che sono riusciti ad eludere la nostra attenzione.

Val la pena di sottolineare a questo proposito che un quadro generale di riferimento per le frane del Piemonte sarà disponibile, per la fine del 2003, nel nuovo Sistema Informativo Geologico, aggiornato e rilevato alle scale 1:10.000 e 1:25.000. Esso si sviluppa in seno ad un progetto pilota nato da una convenzione tra Stato e Regioni, denominato IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani), nella realizzazione del quale la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, con il Settore Studi e Ricerche Geologiche, ha avuto un ruolo determinante a fianco del Servizio Geologico di Stato.

#### **1 - Frana di Schiaffo nel comune di Trasquera (VB).**

Nel corso dell'evento idrometeorologico dell'ottobre 2000 l'abitato di Schiaffo nel comune di Trasquera (VB) è stato interessato da fenomeni franosi di differente natura. Il personale della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ha collaborato con il





**Figura 3.2** ◆

Abitato di Schiaffo nel Comune di Trasquera (VB).

- 1) Aree interessate dai fenomeni franosi per colata descritti nel testo;
  - 2) Posizione dell'abitazione distrutta (una vittima);
  - 3) Posizione di due antiche baite adibite a stalla, distrutte;
  - 4) Abitazione gravemente lesionata;
  - 5) Principali fessurazioni nel terreno;
  - 6) Sondaggio (S) attrezzato con inclinometro;
  - 7) Coppia di sondaggi attrezzati con inclinometro e piezometro.
- I numeri accanto alle sigle indicano la profondità (m);
- 8) Centralina meteorologica;
  - 9) Traccia sezione geofisica.

**Figura 3.3** ◆

Vista del fenomeno franoso per colata veloce sviluppatosi presso il margine occidentale dell'abitato. I simboli indicano i fabbricati distrutti. La distruzione del fabbricato di monte ha provocato una vittima (foto P. Marangon).

Comune sin dalle prime ore dell'evento alluvionale per la gestione dell'emergenza e per la predisposizione delle successive misure di salvaguardia.

### L'evento di ottobre 2000

Presso il margine occidentale dell'abitato (**Figura 3.2** ◆) si è innescato, alle ore 16.30 del giorno 15, un fenomeno di scivolamento e fluidificazione dei depositi sciolti superficiali alla quota di 1240 m, in corrispondenza di una strada dismessa che conduce ad un piazzale di cava (**Figura 3.3** ◆). Il fenomeno si è immediatamente evoluto in una colata estremamente veloce (probabilmente nell'ordine dei 15 - 20 m/s) di terra e detriti, in parte autoalimentata per erosione del versante. La colata ha interrotto la strada provinciale di collegamento per la frazione Bugliaga, ha travolto un'abitazione posta a monte della strada stessa, provocando la morte dell'occupante, ed ha altresì travolto due baite del '700 poste a valle della strada provinciale, utilizzate come stalla. Il fenomeno presenta un fronte di



30 – 40 m, sviluppo longitudinale di circa 220 m ed ha coinvolto un volume complessivo di materiale nell'ordine dei 15 000 m<sup>3</sup>.

Presso il margine orientale dell'abitato di Schiaffo, alla quota di circa 1250 m, si è sviluppato (ore 11.45 del giorno 16), in seno a depositi detritici a pezzatura estremamente variabile con abbondanti materiali fini, un fenomeno franoso per scivolamento rotazionale con fronte di circa 50 m e volume di materiale mobilizzato nell'ordine dei 10.000 m<sup>3</sup> (**Figura 3.4** ◆). Il franamento è poi evoluto come colata lenta di fango e detriti. Il colamento ha ricoperto (senza danneggiarle) due sedi stradali e si è esaurito a valle della strada provinciale. Lo sviluppo longitudinale complessivo della colata è nell'ordine dei 350 m.



**Figura 3.4** ◆

*Vista frontale del fenomeno franoso sviluppatosi presso il margine orientale dell'abitato (Foto P. Marangon).*

Presso il nucleo centrale dell'abitato di Schiaffo alcune fessurazioni e (forse) un fenomeno di sifonamento hanno gravemente lesionato un'abitazione e provocato alcuni ribassamenti del suolo. Tali fenomeni si sono sviluppati sull'arco di più giorni, a partire dalle prime fasi dell'evento alluvionale.

### Quadro generale del versante

Le frane osservate sono ubicate al piede di un più vasto fenomeno gravitativo, già identificato nel corso di precedenti studi da parte della DSTP (**Figura 3.5** ◆), e con esso in stretta relazione genetica. Il fenomeno si inserisce in un quadro deformativo del versante estremamente articolato e complesso, caratterizzato da una deformazione gravitativa profonda ed estesa della parte alta del versante, controllata da due principali sistemi regionali di frattura, ortogonali tra di loro, uno dei quali allineato lungo l'asse vallivo. Quest'ultimo costituisce a sua volta la linea di rottura sommitale di una grande frana complessa nell'ambito della quale si possono individuare due principali settori con diverse caratteristiche morfo-strutturali:

A) uno, più alto, contraddistinto da evidenze morfologiche e caratteristiche strutturali dell'ammasso che lo fanno ritenere caratterizzato da movimenti più recenti e di maggiore consistenza.

B) l'altro, quello inferiore, costituente con tutta probabilità la dislocazione di antiche morfologie da modellamento glaciale, a sua volta fortemente rimodellato, quindi caratterizzato da movimenti estremamente lenti.

Le due frane verificatesi in regione Schiaffo si sono innescate proprio al piede della grande frana complessa costituente il settore A) e sono quasi certamente da mettere in relazione, tenendo anche



**Figura 3.5** ◆

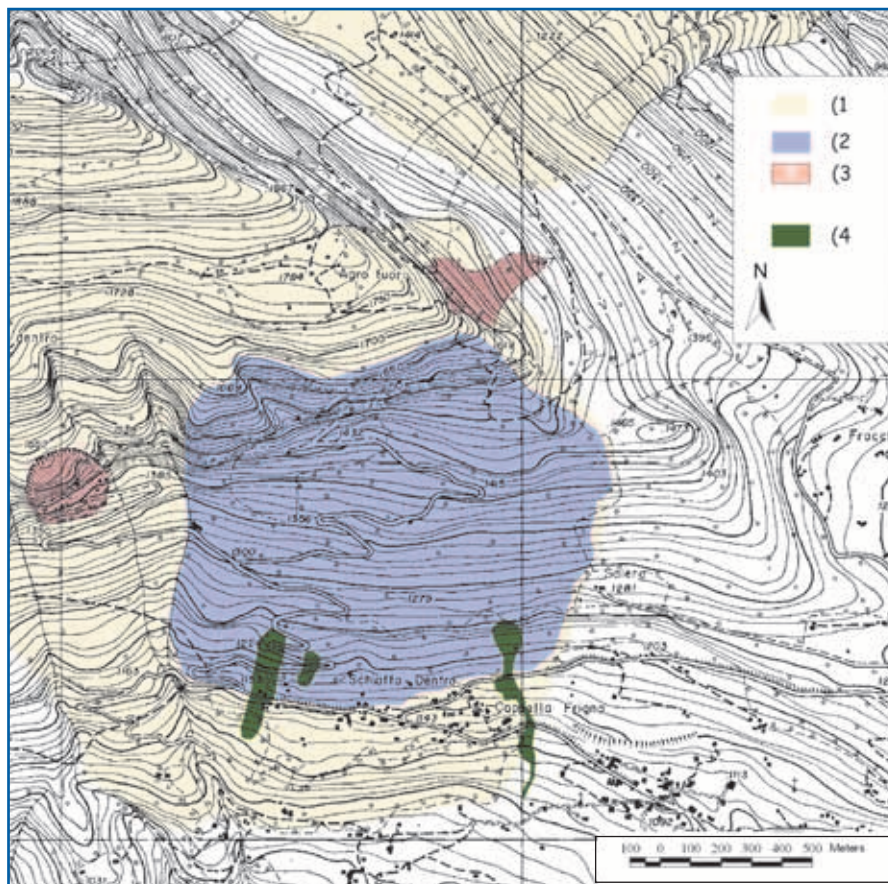
Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso la località Schiaffo nel comune di Trasquera (VB).

Situazione pregressa:

- 1) Deformazione gravitativa profonda di versante;
- 2) fenomeno gravitativo profondo – molto lento;
- 3) Crolli in massa.

Fenomeni innescatisi nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000:

- 4) Fenomeni gravitativi rapidi di depositi sciolti.



conto del quadro di deformazioni verificatesi nell'intorno (fessurazioni del terreno e lesioni a manufatti), ad un movimento più ampio, generalizzabile a tutto il settore, anche se non manifesto e percepibile.

Tale tipo di legame è frequente nelle descrizioni relative all'attivazione di grandi movimenti franosi nell'arco alpino ed è imputabile essenzialmente a due tipi di cause:

- l'effetto di drenaggio e concentrazione delle acque al piede operato dai grandi corpi detritici associati ai corpi di frana;
- le sia pur modeste dislocazioni generali dei grandi corpi di frana si rendono più manifeste presso i settori medio-bassi della frana, spesso i più ripidi e ove si concentrano i materiali più fini, generando così condizioni favorevoli allo sviluppo dei fenomeni descritti.

### Indagine geofisica

Nel novembre 2000, la collaborazione offerta dal Politecnico di Torino ha permesso la realizzazione di un profilo elettrico di resistività, la cui traccia è riportata in Figura 3.2.

L'indagine ha permesso di meglio definire la successiva campagna geognostica; la sezione tomografica interpretativa è riportata in **Figura 3.6** ◆.

### Indagini e sistema di controllo

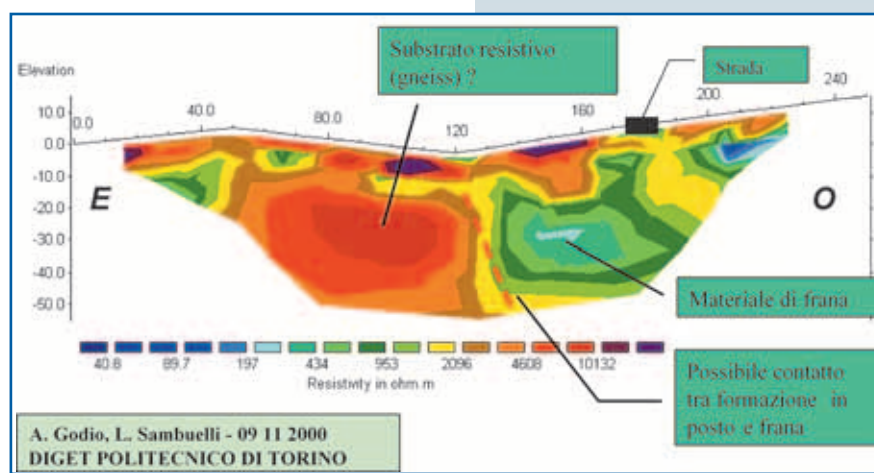
Nel corso dell'anno 2001 il Comune di Trasquera, tramite finanziamento regionale, ha effettuato un'indagine geognostica e messo in

posto un sistema di controllo del fenomeno franoso costituito da (cfr. Figura 3.2):

- sette verticali inclinometriche per complessivi 350 m circa;
- quattro piezometri, dotati di centraline per l'acquisizione in continuo dei dati di falda;
- ventiquattro capisaldi per controlli topografici tramite sistemi satellitari GPS.

E' stata inoltre installata una centralina meteorologica, collegata sia alla rete regionale che ad un locale centro di protezione civile.

I sondaggi hanno evidenziato come il terrazzo sul quale sorge l'abitato di Schiaffo sia costituito da uno spessore di materiali, di natura detritica e morenica, che varia da 35 m (S1, S2, S3) a 25-28 m (S4, S5), sino ad un minimo di 10 m (S6). Il substrato è costituito da gneiss e micascisti. La pezzatura dei depositi è spesso notevole; il sondaggio S1 ha attraversato un trovante in gneiss della potenza di circa 23 m.



**Figura 3.6** ♦  
Interpretazione della sezione tomografica effettuata mediante metodi geoelettrici dal Politecnico di Torino nel novembre 2000

Le misure di esercizio (al febbraio 2003) indicano sugli inclinometri S1, S4, S5, S7 ed S3 movimenti leggeri ma molto ben definiti a profondità comprese tra 34 e 37 m, con velocità di traslazione, lungo le superfici di taglio, nell'ordine dei 5-7 mm/a. Sulla postazione inclinometrica S1 è stato installato un inclinometro fisso con sistema di acquisizione automatica e teletrasmissione dei dati.

### Rilievo satellitare

Il quadro generale del versante, sopra delineato, ha trovato conferma in un recente studio effettuato con metodi satellitari.

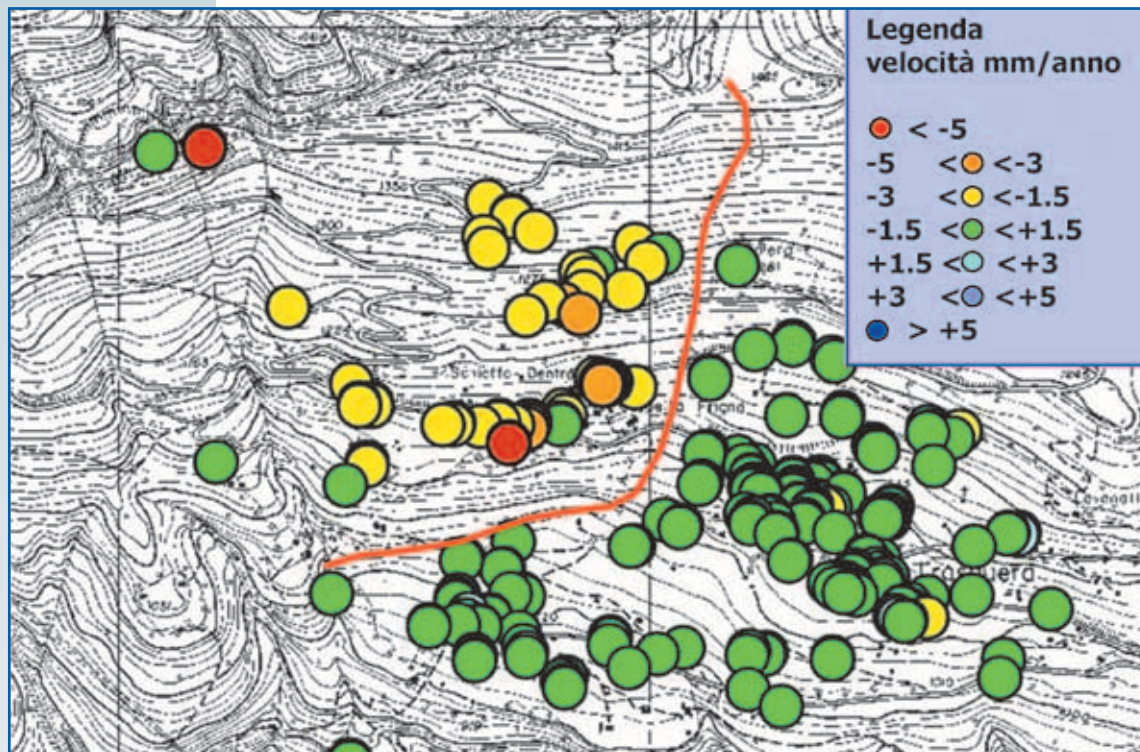
Nella primavera del 2002 il comune di Varzo ha commissionato uno studio relativo alle deformazioni superficiali di un settore del territorio comunale tramite sistemi radar satellitari (SAR) montati a bordo delle piattaforme ERS-1 e ERS-2 dell'ESA. Lo studio (effettuato dalla società T.R.E. Tele-Rilevamento Europa s.r.l. spin off del Politecnico di Milano), ha comportato l'analisi di immagini radar del periodo compreso tra il 1992 ed il 2002 con periodo di acquisizione pari a 35 giorni. I risultati sono esposti nel rapporto finale del 23/7/2002, (a firma J. Allievi, F. Novali, A. Menegaz e A. Ferretti). L'area esaminata include anche la località Schiaffo, stralcio della cartografia relativa è riportato in figura **Figura 3.7** ♦.

Il metodo è stato brevettato dal Politecnico di Milano. La tecnica, denominata *PS Technique*, permette di valutare spostamenti millime-



**Figura 3.7** ◆

Analisi degli spostamenti effettuata con tecnica SAR, utilizzando immagini satellitari del periodo compreso tra il 1992 ed il 2002. Da: Rapporto sull'analisi di deformazione superficiale della zona di Varzo effettuata tramite la tecnica dei Permanent scatterers. Ciascun pallino colorato indica un punto riflettente utilizzato per le analisi; il colore dei punti indica la velocità annua rilevata lungo un asse inclinato di circa 23° rispetto alla verticale. La linea rossa indica il limite sud-orientale del fenomeno franoso di Trasquera Schiaffo derivato dalla cartografia di cui alla figura 3.5.



noso di Trasquera-Schiaffo, caratterizzato da abbassamenti con velocità comprese tra 1.5 e oltre i 5 mm/a. Il punto rosso (velocità di abbassamento maggiore di 5 mm/a) si colloca in corrispondenza del settore ove i descritti fenomeni dell'ottobre 2000 hanno provocato lesioni significative a un'abitazione. La figura riporta il limite sud-orientale del fenomeno franoso derivato dalla cartografia di Figura 3.5. Si noti che tale cartografia era stata realizzata circa un anno prima dello studio col metodo satellitare.

### Conclusioni

L'evento dell'ottobre 2000 ha palesato un vasto fenomeno franoso sul piede del quale sorge l'abitato di Schiaffo. I fenomeni descritti presentano diverse modalità di sviluppo e configurano differenti condizioni di pericolosità e rischio per l'abitato. Le dislocazioni che hanno interessato il nucleo centrale dell'abitato sono in relazione con lenti movimenti del piede del grande corpo di frana. Tali movimenti lenti, ora sotto controllo strumentale, se pur potenzialmente lesivi per le sovrastanti strutture abitative, definiscono un rischio complessivo, nei confronti delle persone, piuttosto modesto.

Più alto livello di pericolosità, e quindi di rischio per le sottostanti strutture, viene definito dai fenomeni di colata rapida che si sviluppano dal ripido fronte del settore di frana "A" prima descritto, sul versante che sovrasta l'abitato. Tali fenomeni si sviluppano con elevate



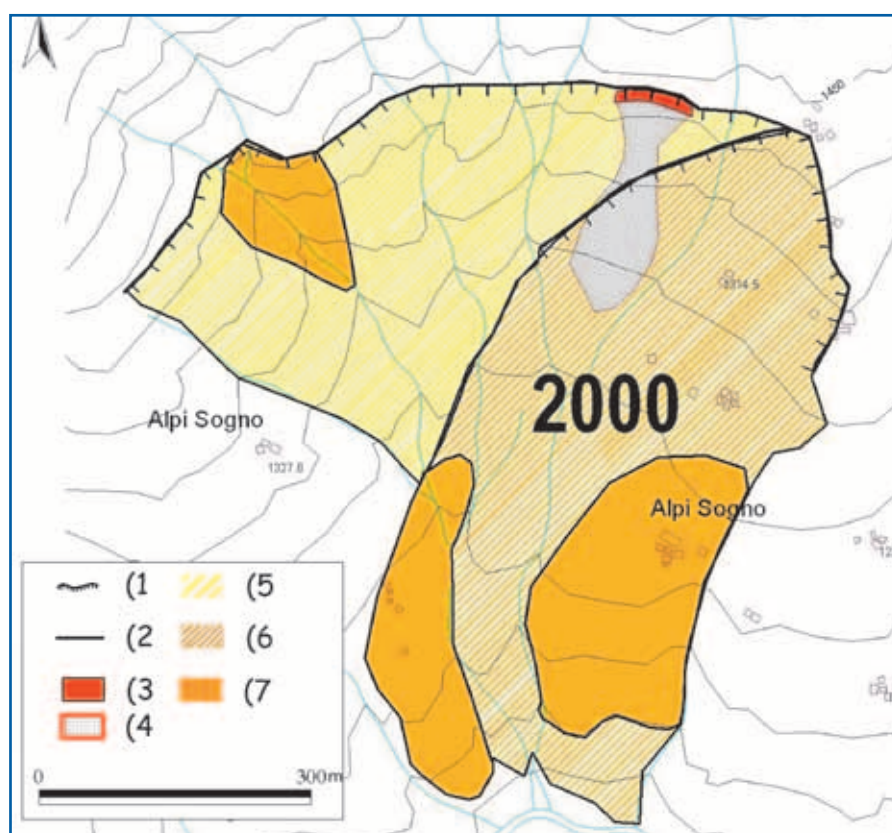
velocità, in assenza di precisi segni premonitori, con un ampio margine di alea per quanto attiene alle zone di innesco ed, inoltre, non sono strumentabili. Su indicazione dei Servizi Tecnici Regionali il comune di Trasquera ha quindi predisposto un piano di interventi per la riduzione dei rischi. I previsti interventi strutturali consistono essenzialmente nell'apertura di vie di deflusso che permettano lo smaltimento, lungo le più probabili direttici di colata, di eventuali miscele liquido-solidi. I previsti interventi non-strutturali prevedono essenzialmente la predisposizione di un piano di protezione civile, collegato a soglie di allerta pluviometriche rilevabili sulla centralina meteorologica.

## 2 - Frana di S. Lorenzo-Graniga nel comune di Bognanco (VB).

Il fenomeno franoso di S. Lorenzo-Graniga nel comune di Bognanco (VB) è descritto più avanti nel testo, al paragrafo 3.2.

## 3 - Frana di Alpe Sogno nel comune di Montescheno (VB).

Il fenomeno franoso dell'Alpe Sogno si sviluppa su di un settore di versante ad esposizione meridionale sulla sinistra del torrente Brevettola, a quote comprese tra i 1200 ed i 1450 m circa s.l.m.m. Si tratta di un antico fenomeno gravitativo di tipologia complessa che interessa il substrato roccioso per profondità elevate, su una superficie di poco inferiore ad 1 km<sup>2</sup> (Figura 3.8 ♦). Esso si presenta suddiviso in due settori caratterizzati da profondità e tipologie di movimento distinte. Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 si è integralmente riattivata la



**Figura 3.8** ♦

Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso l'Alpe Sogno nel comune di Montescheno (VB), (tratto da Prog. Interreg IT-CH, 1994-99 Azione 5).

- 1) Coronamento e principali sistemi di frattura;
- 2) Limite certo del fenomeno franoso;
- 3) Crollo in massa – zona di distacco;
- 4) Crollo in massa – zona di transito e accumulo;
- 5) Fenomeni gravitativi profondi – estremamente lento;
- 6) Fenomeni gravitativi profondi – molto lento (riattivato nel corso dell'evento ottobre 2000);
- 7) Fenomeni gravitativi di profondità moderata – molto lento.

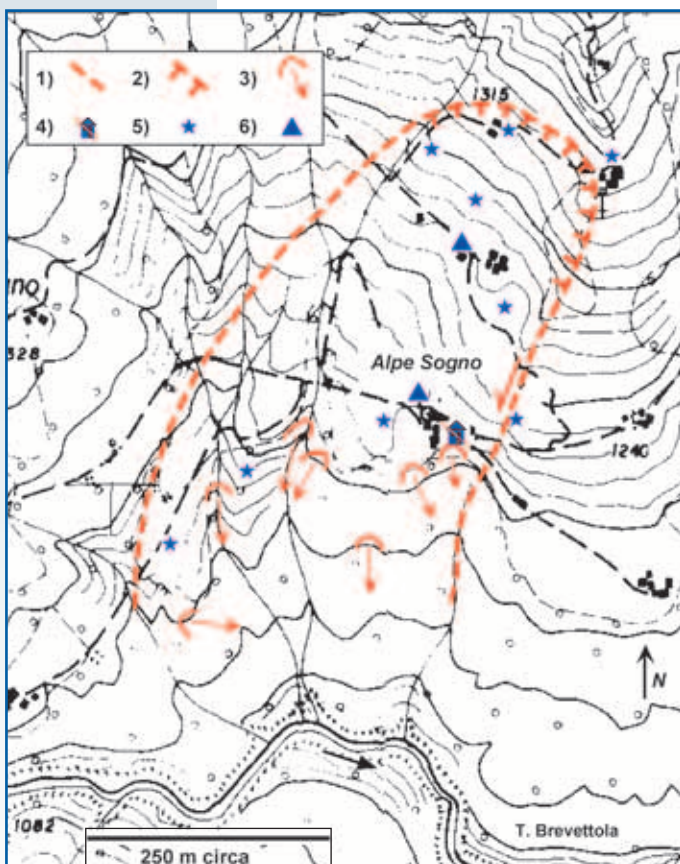
**Figura 3.9** ◆

Vista frontale del settore interessato dai movimenti nell'ottobre 2000. Sono riportate le tracce delle principali superfici di rottura e l'ubicazione delle colate al fronte della dislocazione.



**Figura 3.10** ◆

Schema del sistema di controllo del fenomeno franoso di Alpe Sogno nel Comune di Montescheno (VB).  
1) limiti del corpo di frana;  
2) Coronamento;  
3) principali fenomeni di colata sviluppatasi sul fronte di frana;  
4) Baite distrutte e danneggiate;  
5) capisaldi per controlli GPS;  
6) Inclinometro e piezometro.



porzione sudorientale (Figura 3.8 ◆ Figura 3.9 ◆), contraddistinta da una morfologia piuttosto dolce, ben circoscritta e caratterizzata da vistose contropendenze, rigonfiamenti e depressioni non drenate.

Tale areale, utilizzato per l'insediamento del gruppo di baite di Alpe Sogno (Figura 3.10 ◆), è limitato a sud da una ripida scarpata che insiste sul torrente Brevettola. Dal ciglio di tale scarpata si sono sviluppati, nel corso dell'evento alluvionale, fenomeni di collasso del materiale detritico superficiale successivamente evoluti in colata rapida di fango e detriti. Presso il coronamento di uno di tali fenomeni due baite sono state distrutte ed altre danneggiate (Figura 3.11 ◆).

La parte settentrionale dell'areale riattivato è delimitato da una scarpata molto ripida, al piede della quale si è sviluppata una fessura di trazione pressoché continua lunga circa 750 metri (Figura 3.12 ◆), con disgiunzione media stimata in circa 30 cm, che indica una dislocazione, se pur minima, dell'intera porzione sudorientale del corpo franoso. Il movimento generale ha pure prodotto alcune dislocazioni differenziali all'interno del corpo di frana, indicate da fratture a prevalente componente traslativa. Il materiale interessato sembra essere costituito essenzialmente da depositi detritici a pezzatura spiccatamente eterometrica con molti materiali fini.

Durante la fase di emergenza, nel corso di sopralluoghi speditivi finalizzati a verificare le condizioni di instabilità dell'intero versante sono stati definiti degli scenari evolutivi del fenomeno.

In caso di collasso generalizzato del settore di frana, dislocatosi durante l'evento, si è ipotizzato uno sbarramento d'alveo sul torrente Brevettola e la conseguente formazione di un invaso temporaneo, con rischio di tracimazione e trasporto solido sul conoide del torrente Ovesca in corrispondenza dell'abitato di Villadossola.

Gli elementi di cui sopra hanno portato alla predisposizione, da parte





**Figura 3.11** ◆

*Baite distrutte e danneggiate da scivolamenti rotazionali e colamenti sviluppatisi presso il ciglio di valle del movimento franoso di Alpe Sogno.*



**Figura 3.12** ◆

*Baita danneggiata dalla dislocazione della frattura principale che limita, verso NO, il fenomeno franoso di Alpe Sogno. La frattura, la cui traccia è indicata dalla linea rossa, passa alle spalle della baita.*

del comune di Montescheno, dietro finanziamento e consulenza tecnica dell'Ente Regione, di un sistema di controllo sul movimento franoso. Tale sistema consiste in: (cfr. Figura 3.10)

- un controllo topografico tramite sistemi satellitari GPS, con nove capisaldi sul corpo di frana e due capisaldi fissi esterni;
- due sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con inclinometro, spinti alla profondità di circa 100 m;
- due sondaggi a distruzione di nucleo, attrezzati con piezometri con trasduttore e centralina per la misura in continuo dei livelli di falda;
- un idrometro ad ultrasuoni ubicato lungo il torrente Brevettola, sul ponte della strada provinciale poco a monte della confluenza del torrente Brevettola con il torrente Ovesca.

Tale idrometro, collegato tramite sistema di teletrasmissione al centro di protezione civile di Villadossola, permetterà, in caso di evento alluvionale, di rilevare eventuali brusche variazioni di portata dovute ad ostruzioni del torrente conseguenti ad attivazioni della frana di Alpe Sogno.

**Figura 3.13** ◆

Vista aerea frontale della frana; in primo piano i potenti collassi di materiale che hanno dato origine alla colata detritica che ha devastato l'alveo del rio Balmel. In alto a destra si intravede la lunga fessura di trazione conseguente ai movimenti in quel settore della frana (foto Provincia di Verbania).



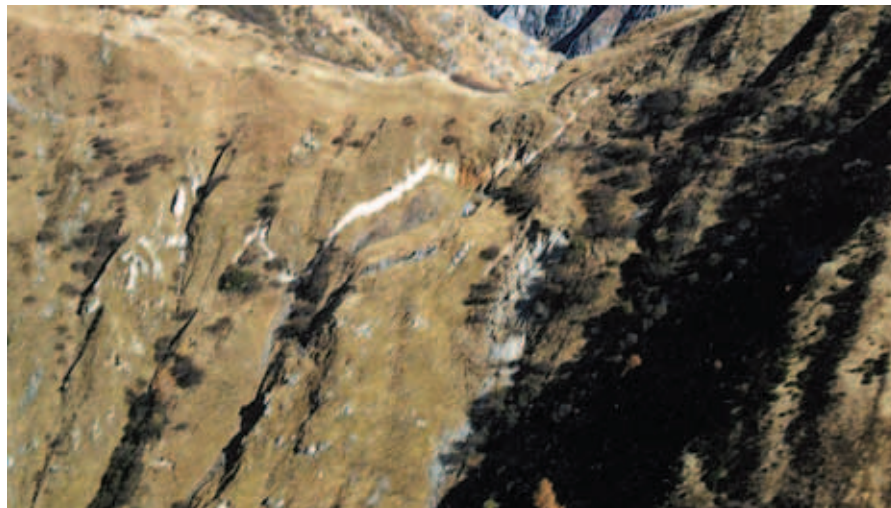
#### 4 - Frana di Rio Balmel nel comune di Viganella (VB).

Intorno alle ore 10.30 del 15 ottobre il rio Balmel, affluente di sinistra del torrente Ovesca, venne interessato da un intenso fenomeno di colata detritica causata dall'innescò, nella parte alta del bacino, di alcune grosse frane. Gran parte del materiale mobilizzato ha raggiunto il conoide presso il torrente Ovesca ed è stato poi asportato dal torrente stesso. Questa colata, ancorché non valutabile con precisione, ha avuto dimensioni imponenti. Basti pensare che poco a monte dell'apice del conoide, tra i nuclei abitati di Cheggio e Bordo, il rio Balmel scorre

in una incisione in roccia profonda circa 20 m e larga altrettanto. La passerella pedonale che collega i due nuclei abitati, posta al tetto dell'incisione, è stata completamente asportata, il che indica un fronte della lava torrentizia, in questo punto, di almeno 20 x 20 m circa. Le frane che si sono innescate nella parte alta del bacino sono localiz-

**Figura 3.14** ◆

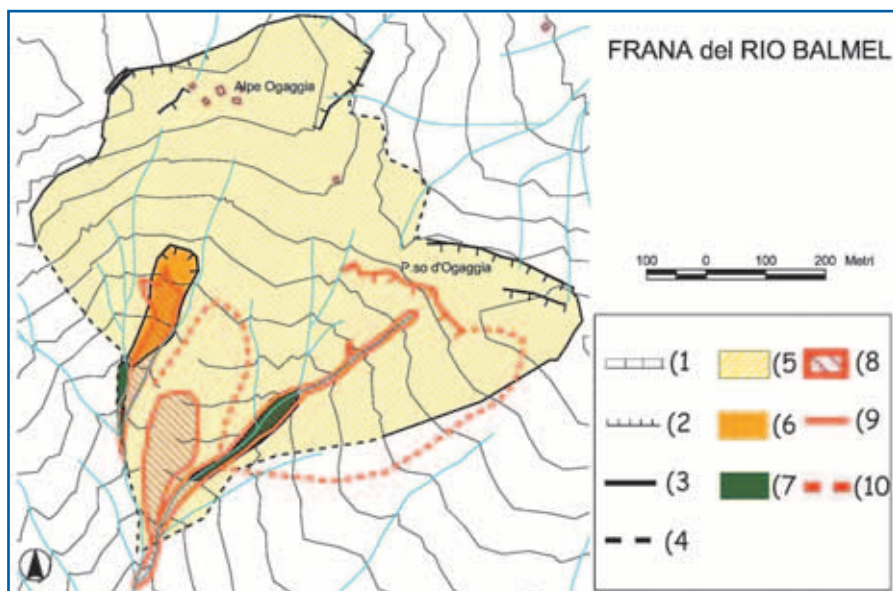
Particolare della foto precedente che evidenzia la lunga fessura di trazione (foto Provincia di Verbania).



zate prevalentemente un centinaio di metri a sud-ovest del passo di Ogaggia; hanno interessato le coltri detritiche di copertura del versante, localmente anche piuttosto potenti, conseguentemente ad uno stato di intensa fratturazione della roccia, mobilizzando diverse centinaia di metri cubi di materiale detritico-terroso (Figura 3.13 ◆). Contemporaneamente, pochi metri sotto al passo di Ogaggia si è aperta una estesa e continua frattura di trazione, lunga un centinaio di metri e con un rigetto nella parte centrale di un paio di metri, che si raccorda verso est ad un'ennesima frana della copertura. (Figura 3.14 ◆)

L'insieme di questi sintomi di instabilità, per quanto non molto profondi, fanno tuttavia presupporre l'esistenza di un movimento piuttosto esteso e profondo che coinvolge anche parte del substrato roccioso.





**Figura 3.15** ◆

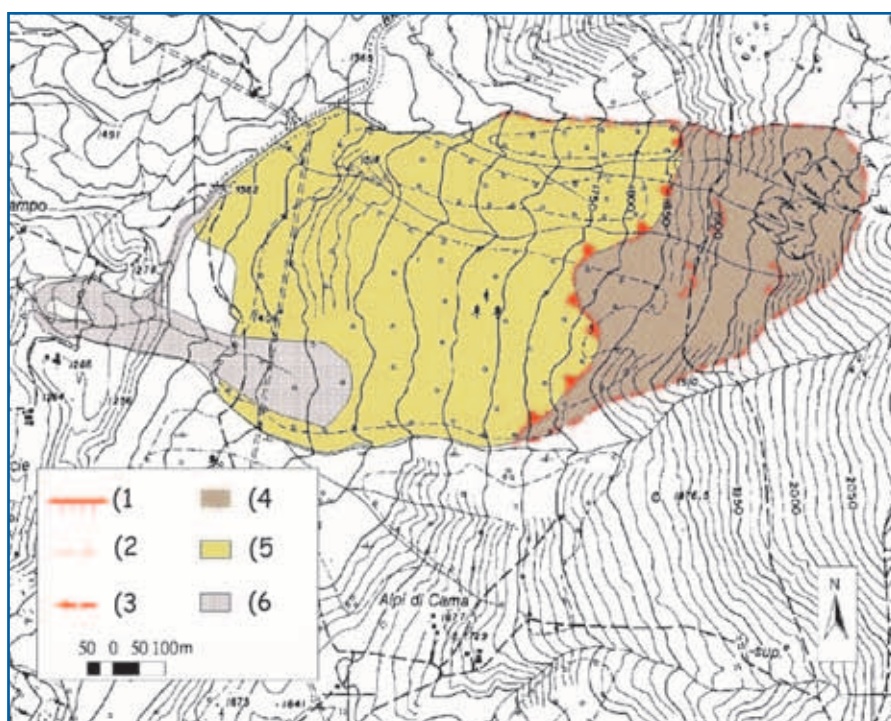
Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso l'Alpe Ogaggia nel comune di Montescheno (VB) (tratto da Prog. Interreg IT-CH, 1994-99 Azione 5).

- 1) Trincee e fratture beanti;
- 2) Coronamento;
- 3) Limite certo del fenomeno franoso;
- 4) Limite incerto del fenomeno franoso;
- 5) Fenomeni gravitativi profondi – estremamente lento;
- 6) Fenomeni gravitativi di profondità moderata – molto lento;
- 7) Fenomeni gravitativi rapidi dei depositi sciolti di copertura;
- 8) Settori collassati successivamente all'evento dell'ottobre 2000 e relative colate detritiche;
- 9) Frattura perimetrale di trazione;
- 10) Antichi corpi di frana parzialmente rimobilizzati successivamente all'evento dell'ottobre 2000.

Come si può infatti osservare dalla cartografia (**Figura 3.15** ◆), i movimenti che nell'ottobre 2000 hanno interessato questo versante si collocano all'interno di un più vasto fenomeno gravitativo profondo che si sviluppa nella parte alta, a partire da ovest delle baite di Ogaggia, fino al passo omonimo e oltre, tagliando dietro alla cresta spartiacque, dove si manifestano numerosi *trench*, e si chiude a forma di imbuto verso il basso a quota 1500 m circa.

## 5 – Frana di Alpe di Campo nel comune di Antrona Schieranco (VB).

In alta valle Antrona, sul versante sinistro del rio Cantonaccio, affluente di sinistra del torrente Loranco, si è messa in movimento una grande frana in roccia, la cui superficie si sviluppa complessiva-



**Figura 3.16** ◆

Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso l'Alpe di Campo nel comune di Antrona Schieranco (VB).

- 1) Fratture attivate in seguito all'alluvione dell'ottobre 2000;
- 2) Limite incerto del fenomeno franoso;
- 3) Limite della frana conseguente all'evento dell'ottobre 2000;
- 4) Antico fenomeno franoso;
- 5) Settore riattivato in seguito all'ottobre 2000;
- 6) Colate detritiche recenti.

**Figura 3.17** ◆

*Alpe di Campo: vista frontale della parte più meridionale del piede della frana, da cui si staccano porzioni detritiche che scendono a valle sotto forma di colate di detrito e blocchi. In alto a sinistra si intravede una parte della grande frattura di coronamento della frana.*



mente per circa 400.000 m<sup>2</sup>.

Considerato che nei due terzi superiori la frana disloca un ammasso roccioso con spessori valutabili da 10 a 20 m, mentre la parte inferiore costituisce solamente il settore di transito dei materiali collasati, è ipotizzabile il coinvolgimento di un volume di almeno cinque milioni di m<sup>3</sup>.

Questa frana si è manifestata come la riattivazione di un più antico ed esteso fenomeno gravitativo localizzato sul settore occidentale del Pizzo Ciape, non riconosciuto in

precedenza, probabilmente perché collocato su un versante ripido, in ombra e molto boscato (**Figura 3.16** ◆). Le rocce interessate dal movimento sono essenzialmente costituite da serpentiniti e serpentinoscisti. La frana si è manifestata, secondo quanto riferito da testimonianze locali, nel periodo successivo alle piogge di ottobre, con l'apertura di alcune fratture, compresa quella perimetrale, ed il collasso di piccole porzioni detritiche nel settore frontale.

Sembra tuttavia che la fase di maggior attività della frana si sia verificata nel periodo primaverile corrispondente alla fusione del manto nevoso e abbia portato al collasso di tutto il settore frontale della frana con la formazione di colate detritiche e rotolamento di massi a valle (**Figura 3.17** ◆).

Sempre in relazione a quanto riferito da alcune testimonianze locali, il movimento si è protratto per un lungo periodo, producendo, in forma minore e più sporadicamente, la stessa tipologia di fenomeni precedentemente descritti.

Dall'osservazione delle fotografie aeree scattate un anno dopo l'evento (settembre 2001) si può osservare come la frana abbia subito in questo lasso di tempo una significativa evoluzione. Essa è contornata da una netta frattura perimetrale che taglia, nella parte alta (coronamento), in forma di "M", tutta la vecchia frana, determinando la sensibile dislocazione dell'intero ammasso roccioso su una superficie pseudo piana che sembra emergere, nel settore più meridionale, a quota 1500 m circa, corrispondentemente alla zona di innesco delle principali colate detritiche. La porzione più settentrionale della frana mostra invece una dislocazione apparentemente più profonda, con zolle e ammassi rocciosi scivolati fin dentro al rio del Cantonaccio, causandone il completo sbarramento.

## **6 - Frana di Campioli-Prequartera nel comune di Ceppo Morelli (VB)**

### **Premessa**

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 si è riattivato, sul versante meridionale del monte Rubi (o Rubio), in sinistra Anza, a ridosso delle località Prequartera e Campioli, in comune di Ceppo





Morelli (VB), un antico, vasto e profondo fenomeno franoso in roccia che ha causato la parziale distruzione della strada comunale per Mondelli, il danneggiamento e la chiusura della strada statale di fondovalle per Macugnaga con il conseguente isolamento dell'alta valle nonché l'evacuazione dei centri abitati di Campioli e Prequartera in comune di Ceppo Morelli.

Data la complessità e gravità della situazione venutasi a creare, venne istituito, su iniziativa del Direttore dei Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte, un gruppo di lavoro interdisciplinare costituito, oltre che dagli scriventi, da Ferruccio Forlati e Gianfranco Susella, del Settore Studi e Ricerche Geologiche S.I.P.R. e da Claudio Scavia (coadiuvato da Chiara Deangeli e Anna Maria Ferrero) del Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino.

I risultati del lavoro vennero sintetizzati in un documento-rapporto che costituì una prima base di conoscenze per poter orientare le successive azioni di gestione dell'emergenza e protezione delle popolazioni, nonché i primi interventi di sistemazione volti a superare l'emergenza.

### Cronaca dell'evento dell'ottobre 2000

La prima segnalazione di attività risale alle ore 06.20 del giorno 16 ottobre, quando un masso tabulare di circa 85 m<sup>3</sup> distrugge due tornanti della strada per Mondelli ed una corsia della sottostante strada statale 549, arrestandosi immediatamente a valle dell'arteria, pochi metri a fianco di un edificio (**Figura 3.18** ♦). Nel corso della giornata altri blocchi, con volume tra 1 e 200 m<sup>3</sup> distruggono in quattro punti la strada di collegamento per Mondelli e raggiungono la strada statale. Uno dei blocchi, circa 30 m<sup>3</sup>, scende mentre è in corso un sopralluogo da parte di uno degli scriventi; la traiettoria di caduta (stimata in circa 550 m) viene percorsa in circa 75 secondi. La velocità di discesa relativamente bassa, circa 7 m/s, è imputabile all'azione frenante opposta dagli alberi e all'attrito al rotolamento opposto dal detrito grossolano sul versante.

Il giorno 17 ed il giorno 18 vengono eseguiti due sorvoli in elicottero dell'areale in frana, rilevando le precarie condizioni di stabilità di



**Figura 3.18** ♦  
La fotografia mostra un blocco tabulare del volume di alcune centinaia di metri cubi che, nelle prime ore del giorno 16/10/00, ha raggiunto la S.S. 549 arrestandosi presso un'abitazione.

numerose porzioni rocciose con volume unitario sino a parecchie centinaia di metri cubi.

Nella notte tra i giorni 18 e 19 gli abitanti di Mondelli segnalano intensi e continui fenomeni di distacco e rotolio di blocchi, uno dei quali si arresta sulla strada statale.

Un ulteriore sopralluogo in elicottero, effettuato il giorno 19, evidenzia vistosi e continui fenomeni di traslazione e scollamento lungo l'intero settore perimetrale del corpo di frana e lungo la fessura principale, ad andamento NE-SO, che separa il settore inferiore dell'ammasso in frana (vedi oltre). Tali elementi non erano stati rilevati nei sorvoli dei giorni 17 e 18; il movimento principale è quindi avvenuto nella notte tra il 18 e il 19, parecchie ore dopo il termine delle precipitazioni. La traslazione complessiva sarà poi valutata, nella parte medio alta del corpo di frana, in circa 5 metri.

Nel periodo successivo si segnalano episodi di crollo molto frequenti, in particolare:

- il 27 ottobre alle ore 12.30 durante un sopralluogo, un blocco, di circa 25 m<sup>3</sup>, si stacca arrestandosi presso la strada statale;
- il 6 novembre alle ore 13.30 un blocco di circa 10 m<sup>3</sup> supera, senza toccarla, la strada statale, genera un cratere da impatto di oltre 4 m di diametro e si arresta sotto l'arteria; un secondo, con volume di 1.5 m<sup>3</sup> danneggia e supera la strada; altri due massi aventi volumi di circa 1 m<sup>3</sup> si arrestano sulla carreggiata;
- il 10 novembre alle ore 15.00 un convoglio di rifornimento per Macugnaga viene arrestato a seguito della segnalazione di distacco di massi in quota; nessuno di essi raggiunge la strada;
- il 18 novembre : un masso di volume superiore ad 1 m<sup>3</sup> danneggia il tornante inferiore della strada per Mondelli arrestandosi a valle del manufatto.

Complessivamente una ventina di blocchi di pezzatura variabile tra i 5 e 250 m<sup>3</sup> hanno raggiunto e superato la strada statale 549 di Macugnaga, tra le progressive chilometriche 20+900 e 21+700 ed interrotto in più punti la strada comunale di collegamento per la frazione Mondelli.

### Conoscenze storiche

Una situazione analoga a quella verificatasi nel corso dell'evento 2000 si era già manifestata nell'aprile 1977. Da alcuni documenti d'archivio e dall'osservazione delle fotografie aeree del 1978 si desume un quadro conoscitivo di effetti indotti sul versante e sul fondovalle molto simile a quello dell'ottobre 2000. Già allora si verificò il crollo e il rotolamento a valle di numerosi blocchi, con volumi sino a 1000 m<sup>3</sup> (**Figura 3.19** ♦); sulle foto aeree sono evidenti i segni lasciati dalle traiettorie di discesa dei massi e da alcune colate di detrito oltre a significativi indizi di deformazione dell'ammasso roccioso in quota.

Nel 1940 un gruppo di blocchi raggiunge la strada statale in corrispondenza dell'imbocco della pista per la miniera di Pestarena.





**Figura 3.19** ◆

Blocco roccioso sulla SS 549, al piede della frana, derivante da un crollo dell'aprile 1977.

Un grande blocco di circa 1000 m<sup>3</sup> posto presso il torrente Anza riporta inciso l'anno del crollo, 1816.

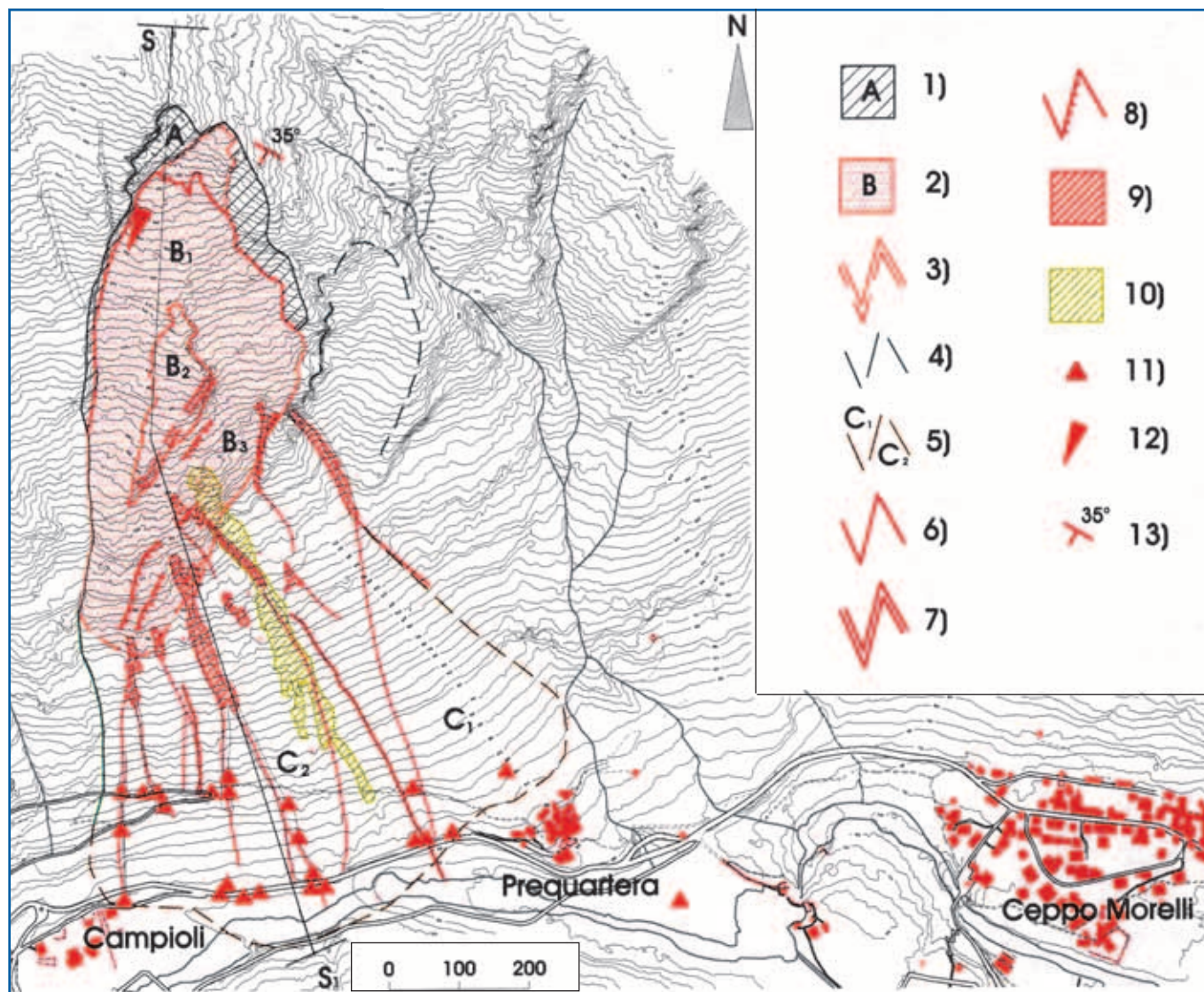
Un documento storico fornito dal comune, che rappresenta la trascrizione di una cronaca della valle Anzasca del XV secolo, riporta alcune antiche informazioni circa l'attivazione del fenomeno franoso di Campioli-Prequarera.

*Anno 312 - In tale epocha successe anche in monte Rabbio un distaccò di montagna, dove andiede sino al fiume, dove si distacca la strada che si saliva pel Monte Bianco per andare nel Vallese (...)*

*Anno 843 - (...) e così passando li condottieri de detti monarchi ove loro caricati in numero 24 restarono nel monte Rubbio, ove si distaccò un pezzo di montagna nel suo passaggio, così tutti soterrati furono restati sepolti con tutte le loro ricchezze (...)*

Sono queste tra le più antiche notizie di frana, geograficamente ben ubicabili, disponibili in letteratura. Per essere la memoria di questi eventi ancora viva nelle popolazioni locali a distanza di 1000 e 600 anni circa rispettivamente, in epoche relativamente avare di documenti scritti, si trattò molto probabilmente non già di semplici crolli (fenomeni ai quali le popolazioni alpine sono avvezze), ma di crolli in massa o comunque di distacchi di cospicui volumi rocciosi dalle pareti sovrastanti.

Nel complesso le informazioni disponibili indicano che il settore posto tra il limite ovest della dorsale di Prequarera e la frazione di Campioli è da sempre noto agli abitanti per i ripetuti fenomeni di caduta massi.



**Figura 3.20** ◆

La frana di Campioli Prequarera.

- 1) Zona di disgiunzione
- 2) Zona di dislocazione dell'ammasso roccioso
- 3) Limite della frana
- 4) Coronamento di antico crollo
- 5) Zona di accumulo e di influenza della frana
- 6) Frattura perimetrale delimitante a monte la dislocazione della frana
- 7) Principale sistema di apertura dell'ammasso roccioso
- 8) Principale fessurazione dell'ammasso detritico
- 9) Colata detritica e traiettorie di caduta massi
- 10) Colata detritica e traiettorie di caduta massi (evento 1977)
- 11) Principali blocchi derivanti da crolli dell'ottobre 2000
- 12) Settore ove si è rilevata, nell'ottobre 2000, una dislocazione di 5 m
- 13) Direzione di immersione delle superfici parallele alla scistosità principale.

### Caratteristiche geologiche morfostrutturali della frana

Il fenomeno franoso interessa il versante sinistro della media Valle Anzasca. In questo tratto la valle incide la falda pennidica del Monte Rosa, costituita da parascisti polimetamorfici, prevalenti sul fondovalle, e da gneiss occhiadini, dominanti sulle parti alte dei versanti. Questa unità tettonica è deformata e retroflessa dalla grande piega antiforme di Vanzone che si presenta con piano assiale molto inclinato a NO ed asse immergente verso SO. Una classica opinione della geologia strutturale associa alla geometria della piega sistemi di giunti trasversali, longitudinali e diagonali rispetto al piano assiale che ben si accordano con quanto riscontrabile in zona.

La frana di Ceppo Morelli (**Figura 3.20** ◆) si sviluppa su una dorsale intermedia di questo versante, tra le quote 1850 e 1050 m s.l.m.m., dislocando un consistente ammasso detritico-roccioso che occupa una superficie in pianta di circa 0.18 km<sup>2</sup>, con un volume complessivo stimabile in 5-6 Mm<sup>3</sup>. Lungo il settore basale dell'ammasso in frana, che costituisce una fascia ad andamento NE,





si generano e si sono generate in passato colate detritiche e crolli di roccia con rotolamento a valle di massi di svariate grosse dimensioni, con un ventaglio di distribuzione compreso all'incirca tra i centri abitati di Campioli e Prequarera.

L'analisi fotointerpretativa del versante interessato dalla frana, fatta essenzialmente su tre voli significativi (I.G.M b/n del 19.7.70, C.G.R col. del 16.9.78 e volo R.P. 2000 del 21.06.01) evidenzia un quadro morfo-dinamico sufficientemente chiaro e congruente con le osservazioni di dettaglio più specificatamente geologico-strutturali fatte sul terreno.

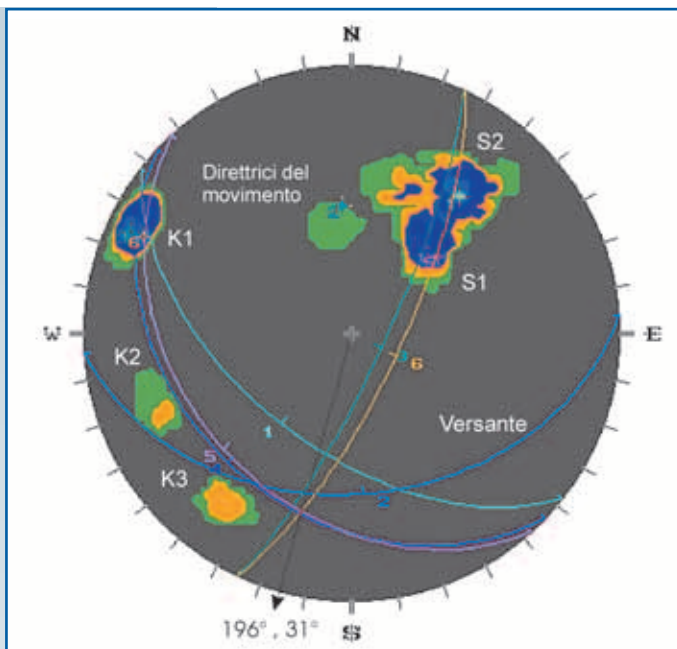
La ripresa aerea del '70 ha permesso una discreta analisi dell'ammasso roccioso e delle sue caratteristiche strutturali, in quanto la copertura boschiva del tempo non era così sviluppata come ora. Sul volo del settembre '78 sono invece ben documentati i fenomeni di attività della frana risalenti all'evento dell'aprile '77. Il volo del giugno 2001 ha infine consentito di definire bene il quadro delle dislocazioni e dei processi che si sono manifestati nel corso dell'evento dell'ottobre 2000. L'insieme di tutte queste osservazioni hanno in sintesi fornito utili indicazioni, oltre che sull'evoluzione recente di questo fenomeno, anche sulla sua passata storia evolutiva, iscritta nella morfologia del versante. Questa ricostruzione ha consentito inoltre di generare ipotesi di evoluzione futura del fenomeno e quindi di definire alcuni scenari di massima, orientativi per i successivi studi.

I caratteri morfologici salienti di questo tratto di valle fanno essenzialmente riferimento alla sovraimposizione di un importante modellamento glaciale su un substrato roccioso piuttosto competente contrassegnato da forti lineamenti strutturali: versanti caratterizzati da ripide e scoscese pareti rocciose che si raccordano, con fasce detritiche talora anche molto potenti, ad un fondovalle sub-pianeggiante, anche se piuttosto stretto, interrotto a tratti da soglie rocciose. In particolare nel tratto tra i centri abitati di Campioli e Prequarera la base del versante sinistro è costituita da estesi e potenti accumuli detritici risultanti da ripetuti episodi di crollo in massa dalle pareti sovrastanti, indice di una marcata attività di questa tipologia di processi. Sulle stesse pareti si notano grandi speroni rocciosi interposti a significative forme da svuotamento disposte lungo le principali discontinuità. Una di queste costituisce l'area di provenienza di un vecchio crollo ai piedi del quale sorge l'abitato di Prequarera. L'altro, più ad ovest, rappresenta l'area di sviluppo della frana oggetto di studio.

Per ben inquadrare l'insieme di fenomenologie che tanto in passato quanto recentemente hanno interessato questo versante, è necessario distinguere sostanzialmente tre zone:

- A) zona di disgiunzione a monte;
- B) zona centrale di dislocazione dell'ammasso roccioso;
- C) zona di accumulo e influenza della frana a valle.

**Figura 3.21** ◆  
Stereogramma  
delle principali  
discontinuità  
rilevate  
(proiezione  
sull'emisfero  
inferiore).



A) Zona di disgiunzione a monte.

Si evidenzia nella parte sommitale e laterale destra, con una serie di superfici piane ben esposte costituenti le superfici di disgiunzione dell'ammasso roccioso dislocato, che corrispondono ad altrettanti sistemi di discontinuità preesistenti. Si distinguono bene due sistemi subverticali, ortogonali tra di loro (K1 e K3), uno dei quali, molto evidente a direzione NE (K1).

Quest'ultimo sistema, come si vedrà più avanti, ha una sua importante funzione nella dinamica del movimento; disposto in forma di gradinata a scendere verso SE, libera l'ammasso lateralmente in

questa direzione e, coniugato con altri, meno evidenti, disposti circa NS, costituisce invece il limite laterale destro della frana e una sorta di barriera confinante i movimenti in questa direzione.

Si evidenzia infine un terzo sistema, molto marcato, corrispondente alla foliazione principale, su cui sembrerebbe essere dislocata tutta la porzione di versante appartenente al settore centrale. Questo sistema si mostra tuttavia composito e si articola in due sottosistemi (S1, S2), immergenti entrambi verso SO, ma con diverso grado di inclinazione, a costituire un complesso listrico che molto probabilmente condiziona tutta la dinamica del movimento. In questo modo nella parte sommitale affiorano ben visibili superfici di giunti ad alto angolo che si raccordano in profondità con altri meno inclinati, ma probabilmente più persistenti, conformi al versante e sub-paralleli alla scistosità principale. La figura (**Figura 3.21** ◆) riporta i principali sistemi di discontinuità rilevati.

B) Zona centrale di dislocazione dell'ammasso roccioso.

Questa zona, che costituisce il corpo dell'ammasso roccioso in frana, è a sua volta suddivisibile in tre grandi settori caratterizzati ognuno da diversi assetti morfo-strutturali, indicati, in Figura 3.20, dalle lettere B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>.

Un settore centrale (B<sub>2</sub>), costituito da un ammasso roccioso che conserva quasi integralmente l'originario assetto strutturale e che appare traslato in massa verso SSO, senza tuttavia mostrare evidenti fenomeni disgiuntivi e di disarticolazione dell'ammasso. E' perciò ipotizzabile che questo settore non abbia subito una forte dislocazione o che, al più, tale dislocazione si sia prodotta lungo una superficie non troppo complessa; questa superficie potrebbe effettivamente corrispondere a livelli litologicamente più fragili disposti lungo la foliazione.

Un settore (B<sub>1</sub>) che fascia a monte e lateralmente il settore (B<sub>2</sub>), costituito da un ammasso detritico-roccioso molto disaggregato, talora caotico e caratterizzato da una estesa copertura a grossi blocchi,





che solo marginalmente (nella zona sommitale e in alcune altre parti) conserva l'originale struttura rocciosa. L'avanzato stato di disarticolazione dell'ammasso roccioso di questo settore rispetto al precedente può essere attribuibile a due fattori: aver subito una traslazione piuttosto marcata e, con tutta probabilità, essersi mosso su una superficie di dislocazione più complessa, derivante probabilmente dalla coniugazione dei predetti piani immergenti verso SO. Si osserva inoltre con netta evidenza una continua e lunga fessura di trazione, contornante tutto il settore ( $B_1$ ), a dimostrare che questo settore ha subito nel corso dell'evento 2000, una traslazione in massa piuttosto significativa, diretta verso SSO, ipotesi confermata dai risultati dai controlli sul terreno e dalle risultanze dei sistemi di controllo strumentale. Sempre per questo settore si può infine rilevare che, nelle sue parti medio-inferiori, laterali al settore ( $B_2$ ), si evidenziano due zone di distacco e scivolamento del materiale detritico che mostrano un andamento prevalente verso sud.

Un settore ( $B_3$ ), anch'esso caratterizzato da un ammasso roccioso piuttosto disarticolato, con tuttavia presenti alcune grosse porzioni ancora abbastanza integre. Caratteristica di questo settore è una netta separazione dal sovrastante settore ( $B_2$ ) grazie a una frattura composta, piuttosto marcata, localmente molto aperta, che si sviluppa in direzione NE e che probabilmente utilizza in modo prevalente il sistema così orientato. Sembra evidenziarsi, per questo settore, con volume complessivo stimabile in circa  $1-1.5 \text{ Mm}^3$  oltre che un sensibile aumento delle pendenze del versante, corrispondentemente al passaggio ( $B_2 - B_3$ ), anche una generale dilatazione dell'ammasso e meccanismi dislocativi più complessi rispetto ai precedenti. Inoltre i sistemi NE assumono qui una maggiore frequenza, consentendo la comparsa di cinematismi tipo ribaltamento, probabilmente anche in conseguenza di una significativa maggior libertà dell'ammasso verso il basso e verso SE. Il limite inferiore del settore ( $B_3$ ), che costituisce il piede della frana, si individua con una certa difficoltà, sia perché nascosto da una fitta copertura arborea, sia perché privo di marcata evidenza morfologica, in quanto non rappresenta l'intersezione di una netta superficie di rottura con il versante, quanto piuttosto il limite tra una zona in deformazione e una stabile. L'indizio più evidente di questo limite in effetti è rappresentato dalla disposizione allineata lungo una fascia NE-SO di settori di collasso del materiale detritico-roccioso. Seguendo sul terreno questo allineamento si osserva come effettivamente a monte di questo limite l'ammasso roccioso sia caratterizzato da diffusi segni di instabilità pur non evidenziandosi, come già riferito, una netta superficie di rottura.

In merito alla dinamica evolutiva della zona B di dislocazione centrale, alla luce di quanto sinora osservato, si possono fare alcune considerazioni significative. Essa, nella parte alta, settore ( $B_1$ ), mostra una tendenza a muoversi verso SO, conformemente all'immersione della foliazione con meccanismi traslativi anche se su più piani. Questo movimento viene tuttavia confinato sul fianco occidentale da una barra rocciosa, certamente influente anche in profondità, appartenente ai sistemi sub verticali orientati  $\sim$  NE. Questa barra, scendendo, tende ad orientarsi più francamente verso S e quindi ad

accentuare ulteriormente tale funzione di confinamento dei movimenti, determinando, molto probabilmente, una tendenza dell'ammasso roccioso a ruotare in senso orario e quindi a risentire di un aumento delle sollecitazioni dirette verso SSE. L'insieme di questi fattori, associato alla presenza di una maggior frequenza di giunti NE e di un aumento di pendenza del versante, potrebbe ragionevolmente spiegare la diversa dinamica evolutiva del settore ( $B_3$ ). Da qui si distaccherebbero, in situazioni di crisi, con i cinematismi indicati, volumi rocciosi e detritici di varie dimensioni distribuendosi sul versante sottostante fino a raggiungere il fondovalle.

#### C) Zona di accumulo e influenza della frana.

Questa area che fascia il piede della frana e delle circostanti pareti rocciose in forma di ventaglio è essenzialmente costituita dall'accumulo dei materiali provenienti da monte con diverse modalità di scendimento. Sulla base della morfologia si possono distinguere sostanzialmente due settori ( $C_1$  e  $C_2$  in Figura 3.20):

- un settore  $C_1$ , posto in posizione orientale entro la fascia detritica suddetta; si presenta in forma di cono, fittamente boscato, e sembra essere collegato a una zona di distacco completamente svuotata da uno o più episodi di crollo che avrebbero raggiunto i margini dell'abitato di Prequartera. Date le caratteristiche morfologiche dell'accumulo e della zona di distacco, è lecito supporre che si sia trattato di episodi piuttosto antichi che non hanno più ragione di ripetersi. Pur tuttavia questo settore, data la sua posizione, può ancora essere soggetto a fenomeni di scendimento di volumi rocciosi e massi isolati, anche di grosse dimensioni, provenienti dal margine orientale della frana, come peraltro verificatosi nel corso dell'ultimo evento.
- un settore  $C_2$ , più vasto, corrispondente all'area attualmente sottoposta ai più frequenti e vistosi fenomeni di scendimento massi e colata detritica. Questo settore è caratterizzato da un lobo centrale piuttosto avanzato proprio in corrispondenza della zona in cui sono presenti i massi di maggiori dimensioni, molti dei quali hanno raggiunto e superato l'alveo del torrente. A differenza del settore precedentemente descritto, qui il bosco è molto più rado e vi affiorano numerose pietraie che indicano una più frequente e recente attività di scendimento massi.

Sulla base della morfologia del cono detritico e degli eventi pregressi riferibili agli eventi 2000 e 1977 si possono per lo meno definire i limiti dell'area di invasione della frana e stabilire in linea di massima scenari evolutivi a breve e medio termine.

In merito ai limiti, sul lato destro del cono esiste un rilievo morfologico a guisa di dorsale che, molto probabilmente, contiene le traiettorie dei massi al proprio interno e quindi rappresenta il limite destro dell'area di influenza della frana; sul lato sinistro, invece, il limite laterale e la distanza che i massi possono raggiungere sul fondovalle è più difficilmente definibile. Analogo discorso vale per tutta la zona centrale dove capacità di invasione del fondovalle e risalita sul



versante opposto da parte della frana sono funzione di più parametri, quali volumi mobilizzati, altezza di caduta e cinematismi di discesa dei volumi rocciosi, caratteristiche morfologiche del versante e altri ancora.

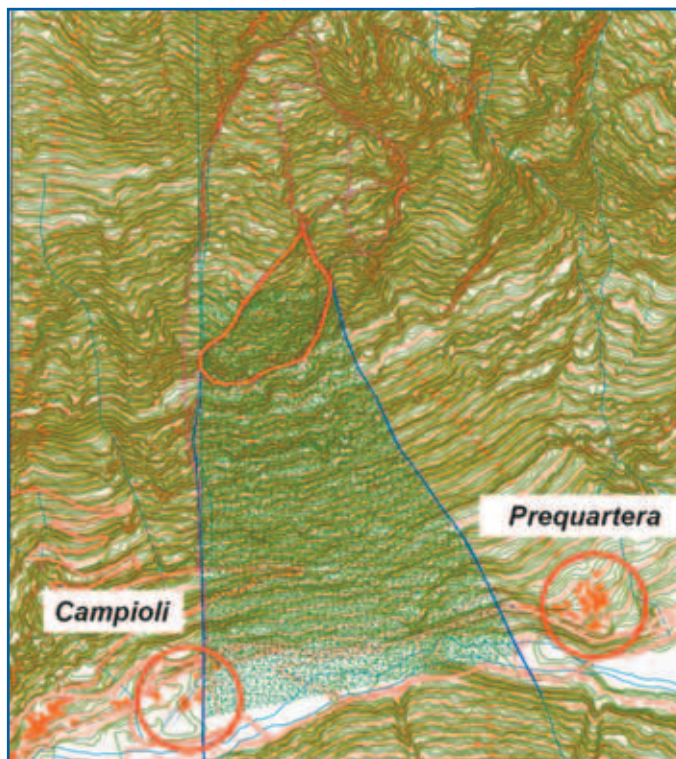
Per quanto concerne gli scenari, le fenomenologie più ricorrenti si sono finora verificate sotto forma di collasso di diverse porzioni frontali del settore B<sub>3</sub>, che si sono successivamente trasformate in colate di detrito, e prevalenti fenomeni di ribaltamento, crollo e scendimento a valle di volumi rocciosi di varie dimensioni. Questo, sulla base dell'interpretazione delle foto-aeree, è lo scenario evolutivo più probabile del processo di instabilità del versante analizzato.

Ipotizzabile, ancorché meno probabile, è il collasso di tutto il settore B<sub>3</sub>, date le caratteristiche morfo-strutturali delineate, o, perlomeno, il distacco di consistenti porzioni di questo settore, le cui traiettorie di discesa dovrebbero essere contenute lateralmente nei limiti della fascia indicata. Uno scenario di questo tipo deve naturalmente prendere in considerazione anche un eventuale quanto probabile coinvolgimento dei settori adiacenti.

In collaborazione con il Politecnico di Torino sono state effettuate alcune simulazioni di invasione, con vari metodi, considerando l'intero ammasso o porzioni di esso. A titolo di esempio la **Figura 3.22** ♦ riporta la zona di invasione, valutata tramite il metodo proposto da Hungr (1995), considerando il distacco di gran parte del settore B<sub>3</sub>, per un volume di circa 1 Mm<sup>3</sup>. Come osservabile i limiti della zona di invasione sono contenuti tra Campioli ed il limite ovest della dorsale di Prequartera.

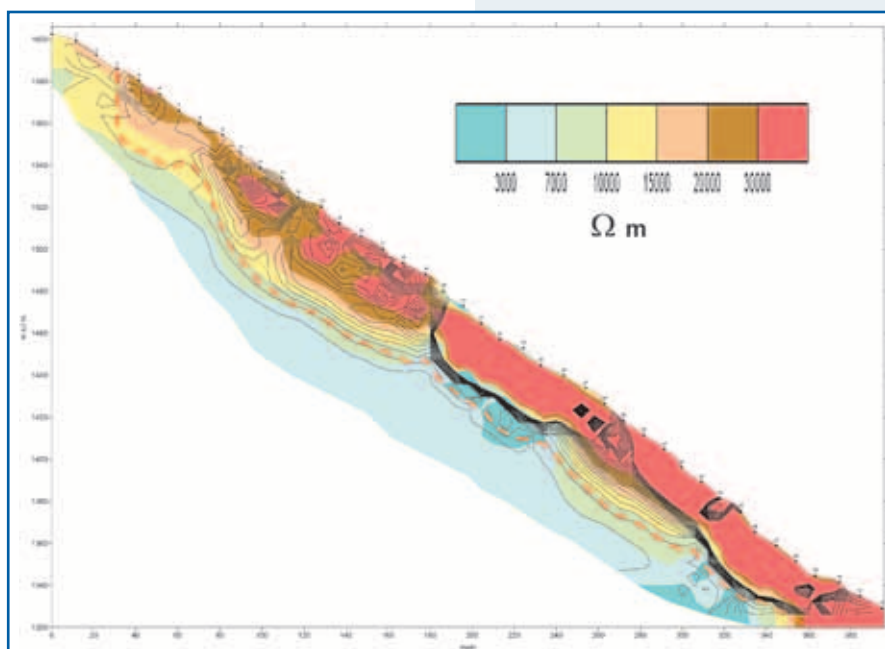
### Indagine geofisica

Nel 2002 è stata realizzata un'indagine geofisica consistente in tre profili elettici. I risultati confermano sostanzialmente le osservazioni di superficie. Lo spessore massimo della porzione più disarticolata dell'ammasso in frana, in corrispon-



**Figura 3.22** ♦  
Valutazione, tramite il metodo proposto da Hungr (1995) della possibile area di invasione in caso di distacco di parte del settore B<sub>3</sub> (circa 1Mm<sup>3</sup>) (modificato dalla tesi di laurea di M. Pirulli, Politecnico di Torino, 2001)

**Figura 3.23** ♦  
Sezione elettrica lungo la spalla destra (ovest) del movimento franoso. Lo spessore massimo del materiale disarticolato è dell'ordine dei 45 m.

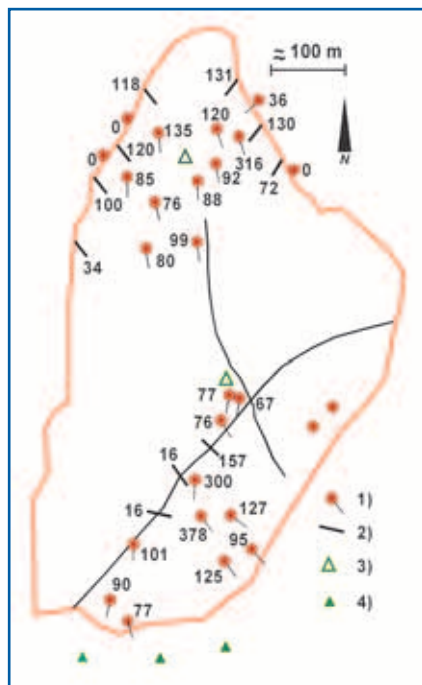


**Figura 3.24** ◆

Contorni del corpo di frana ed ubicazione della strumentazione di controllo.

- 1) Capisaldi topografici e direzione del vettore spostamento
- 2) Estensimetri a filo
- 3) Geofoni triassiali.
- 4) Geofoni uniassiali.

I numeri presso ciascuno strumento indicano gli spostamenti assoluti (mm) rilevati nel periodo novembre 2000 - dicembre 2002.



denza della parete rocciosa che lo limita in destra (ovvero verso ovest) è nell'ordine dei 45 m. Causa la giacitura della foliazione principale lo spessore si riduce verso est. La **Figura 3.23** ◆ riporta il profilo elettrico presso il fianco destro del movimento franoso.

### Sistema di controllo del movimento franoso

Successivamente all'evento dell'ottobre 2000, con un finanziamento di circa 450 000 Euro erogato dal Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, il comune di Ceppo Morelli, con il supporto tecnico della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ha

installato un sistema di controllo del movimento franoso costituito da (**Figura 3.24** ◆):

- 27 capisaldi topografici la cui posizione viene letta in continuo tramite una stazione totale automatizzata posta in apposito riparo sul lato opposto della valle.
- 10 estensimetri a filo, con registrazione in continuo e teletrasmissione di dati. Gli strumenti sono ubicati lungo la fessura perimetrale principale e lungo la fessura che separa il settore inferiore, più mobile del corpo di frana;
- 3 termometri;
- 2 geofoni triassiali sul corpo di frana e tre geofoni uniassiali (asse verticale) a valle della linea di emersione della superficie di scivolamento. I due geofoni triassiali sono destinati a registrare eventuali rumori emessi dall'ammasso roccioso in frana nel corso dei movimenti laddove i tre geofoni verticali dovrebbero segnalare le principali cadute di blocchi;
- alcune basi per misure distometriche manuali;
- una centralina meteorologica ubicata alcune centinaia di metri a monte del coronamento principale. La centralina è integrata nella rete meteorologica regionale.

Il sistema è attivo a partire dal dicembre 2000; tutti i dati vengono ricevuti presso una centralina ubicata presso il Comune; alcuni professionisti incaricati dal Comune stesso provvedono regolarmente all'analisi dei dati.

Al novembre 2002 si segnalano i seguenti movimenti:

- Gli estensimetri lungo le fratture perimetrali nella parte alta dell'ammasso segnalano aperture medie di 100 mm con velocità nell'ordine dei 50 mm/a;
- i tre estensimetri lungo la frattura che separa la porzione inferiore





del corpo di frana ( $B_3$ ) segnalano spostamenti sino a 157 mm, con velocità sino a 80 mm/a;

- i capisaldi topografici ubicati nel settore alto dell'ammasso ( $A$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ) segnalano spostamenti abbastanza omogenei, nell'ordine medio di 90-100 mm, con un valore massimo, su di un singolo caposaldo, di 316 mm, le velocità medie corrispondenti sono di circa 45 mm/a;
- i capisaldi topografici ubicati nel settore basso dell'ammasso ( $B_3$  e parte bassa di  $B_2$ ) segnalano spostamenti diversificati, compresi tra 67 e 378 mm, con velocità comprese tra 35 e 140 mm/a.

Gli spostamenti avvengono con un ritardo di parecchi giorni rispetto al picco di precipitazione.

Un netto incremento dei movimenti si è avuto in corrispondenza delle precipitazioni di maggio e giugno 2002, quando uno degli estensimetri lungo la frattura che separa il corpo  $B_3$  ha subito uno spostamento di circa 6 cm in una sola notte. Le osservazioni di superficie indicano chiari movimenti, nello stesso periodo, in corrispondenza del limite che separa  $B_3$  dai corpi sovrastanti (Figura 3.25 ♦).

Nel complesso i risultati sembrano indicare che:

- Il settore medio-alto dell'ammasso in frana ( $B_1$ - $B_2$ ) si sposta in maniera abbastanza omogenea ed uniforme. I vettori di spostamento seguono una direttrice SO nelle prime fasi di ogni movimento, deviando poi verso sud. Questo sembra indicare che il movimento principale si sviluppa secondo la foliazione principale e poi, causa l'ostacolo rappresentato dalla parete in roccia che limita l'ammasso in frana sulla spalla destra, prosegue ove l'ammasso è geometricamente libero, ovvero verso sud.
- Il settore inferiore ( $B_3$ ), in corrispondenza ed a valle della fessura principale ad orientazione NE-SO, presenta movimenti più differenziati ed eterogenei, sia come valori che come direzioni di spostamento, segno che tale settore gode di un maggior grado di libertà e le singole porzioni molto disarticolate che lo costituiscono si muovono con meccanismi e velocità diversi.

Tali osservazioni sono congruenti con il quadro generale del fenomeno franoso precedentemente descritto.

### Elementi a rischio ed interventi realizzati

I principali elementi a rischio includono le due frazioni abitate di Campioli e Prequartera, entrambe risalenti al XVII secolo nel loro nucleo originario, la ex strada statale (ora regionale) ed il torrente



**Figura 3.25** ♦  
La dislocazione osservabile sulla fotografia, circa 70 cm di abbassamento del comparto a destra, si è sviluppata a seguito delle piogge del maggio-giugno 2002 (foto G. Bossalini).

Anza. A seguito dei crolli del 2000 l'ANAS realizzò un tratto di variante sulla destra idrografica del torrente Anza, per evitare il settore esposto. Alla data attuale (dicembre 2002), è in fase avanzata il progetto di una galleria, destinata ad evitare il tratto a rischio di crolli.

La frazione di Prequartera è stata ritenuta all'esterno dell'area di influenza di un possibile distacco in massa ma esposta al pericolo di essere raggiunta da blocchi lapidei, isolati o a sciame. La frazione è stata quindi protetta tramite un rilevato paramassi in terra rinforzata, con sviluppo di circa 100 m ed altezza di 5 m.

Per un'abitazione della frazione Campioli, di recente realizzazione, lambita da uno dei crolli dell'ottobre 2000 (cfr. Figura 3.18), è stata predisposta la procedura di trasferimento.

Il nucleo storico frazione Campioli verrà protetto tramite un rilevato deviatore in terra armata. Il rischio residuo verrà gestito tramite una procedura di protezione civile, collegata alle risultanze del sistema di controllo del movimento franoso ed ai codici di allerta emessi dal settore Meteoidrografico regionale.

## 7 - Frana di Alpe Baranca nel comune di Fobello (VC).

La deformazione gravitativa profonda dell'Alpe Baranca è un fenomeno franoso già noto da tempo, censito nella Carta delle Frane alla scala 1:100.000 della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte e citato in un lavoro di G. Mortara & P.F. Sorzana (1987), che illustra le principali caratteristiche di questa tipologia di fenomeni gravitativi su tutto l'arco alpino occidentale.

Si tratta di un fenomeno che si sviluppa sul versante sinistro dell'alta val Mastallone, in località Alpe Baranca, coinvolgendo totalmente un tratto di questo versante dalla cresta spartiacque fin sul fondo valle. Interessa rocce appartenenti alla Serie Sesia-Val di Lanzo, qui

rappresentate da micascisti e gneiss minuti, localmente molto fratturati, talora tettonizzati.

Tutta la Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (D.G.P.V.) (Figura 3.26) è molto ben distinguibile ed è caratterizzata da due settori nettamente differenziati:

- un settore sommitale, a malapena visibile dal basso, dove una serie di trench e sdoppiamenti di cresta dislocano tutta la parte più francamente rocciosa della dorsale spartiacque;

- un settore centrale di maggiori dimensioni, ben visibile in foto, contornato da una fascia di pareti rocciose che costituiscono una sorta di coronamento e caratterizzato da un marcato rigonfiamento dovuto a fenomeni di dilatazione

**Figura 3.26** ◆

*Visione frontale dell'antica frana dell'Alpe Baranca; molto evidente la zona perimetrale di disgiunzione o coronamento della frana lungo la quale si aprirà la grande frattura nel 2000 e tutto l'ammasso roccioso centrale sottoposto a fenomeni di dilatazione con al piede fasce di detrito conseguenti a episodi localizzati di crollo e collasso di materiali detritici rocciosi (foto 1986; arch. CNR IRPI di TO).*







**Figura 3.27** ◆

*Visione d'insieme della grande frattura perimetrale che, nel corso dell'evento dislocò tutto il corpo della frana, fatta esclusione della parte alta.*

dell' ammasso roccioso, al piede del quale si evidenziano consistenti fasce di detrito dovute al susseguirsi di crolli in massa di varie dimensioni, uno dei quali storicamente datato al 1840.

Data la discreta distanza del fenomeno franoso da centri e nuclei abitati o da vie di transito, non si ebbero notizie riguardanti una sua riattivazione se non alla primavera 2001 quando, sciolta la neve, fu

notata da alcuni locali una grande frattura perimetrale che circoscriveva tutto l'ammasso roccioso (**Figura 3.27** ◆). Le risultanze di un sopralluogo eseguito da uno degli scriventi nell'autunno 2001, risalendo il versante sino alla sommità, evidenziarono che questa frattura rappresentava la rottura perimetrale di tutto il grande ammasso roccioso centrale e che quest'ultimo aveva subito una dislocazione complessiva piuttosto importante, verosimilmente riferibile all'evento dell'ottobre 2000. Tale frattura si estende per circa 650 m con un rigetto di 4-6 m (**Figura 3.28** ◆).

La dislocazione dell'intera massa si è inoltre resa manifesta in alcuni settori della zona centrale, dove si sono riconosciuti alcuni fenomeni dislocativi di porzioni di ammassi rocciosi con ribaltamento di blocchi e apertura di fratture (**Figura 3.29** ◆) e delle zone di piede, dove si sono verificati il collasso di porzioni di ammasso roccioso e fenomeni di ondulazioni e rigonfiamento del terreno.

La morfologia di questo settore di versante rappresentata in



**Figura 3.28** ◆

*Particolare della grande frattura perimetrale della frana che, nella parte centrale, ha portato a dislocazioni dell'ordine di 4-6 metri.*



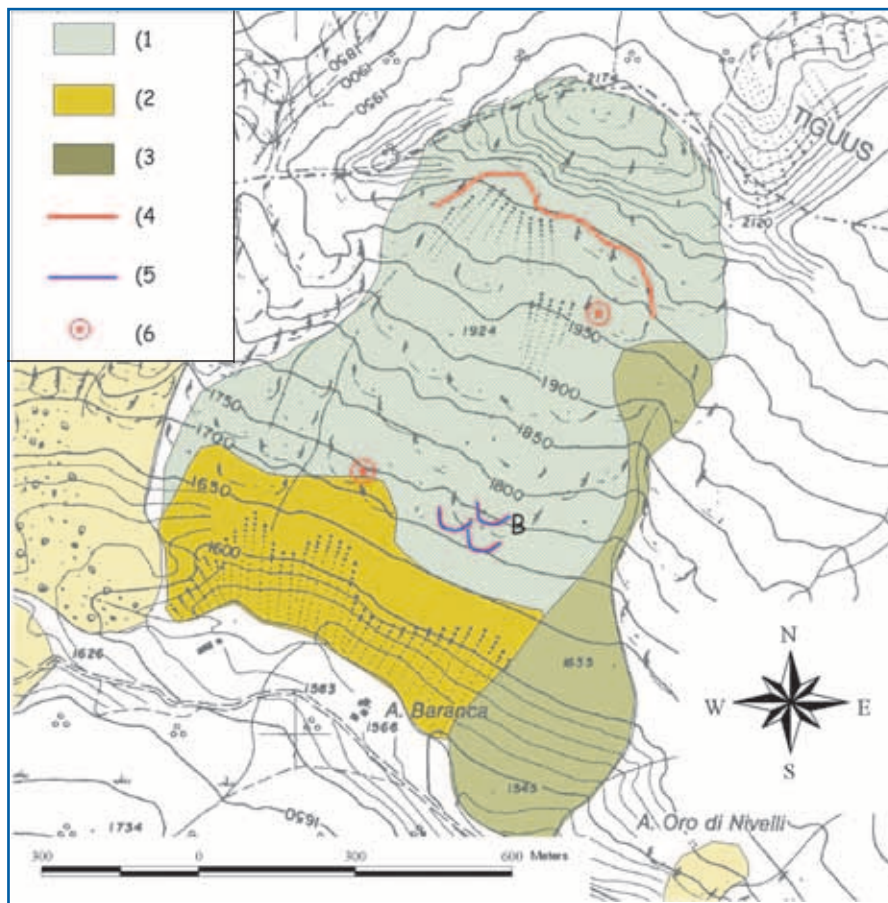
**Figura 3.29** ◆

*Visione dell'ammasso roccioso disarticolato e di una importante frattura apertasi nel corso dell'evento .*

**Figura 3.30** ◆

Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso l'Alpe Baranca comune di Fobello (VC).

- 1) Deformazione gravitativa profonda di versante;
- 2) Fasce detritiche dovute a crolli e a collassi di vario tipo;
- 3) Area interessata da colate detritiche;
- 4) Frattura perimetrale;
- 5) Zona caratterizzata da fenomeni di rigonfiamento;
- 6) Settori mobilizzati successivamente all'evento dell'ottobre 2000.



**Figura 3.30** ◆ e desunta dall'interpretazione delle fotografie aeree (voli IGM 1954, IGM 1970 e Reg. Piem. 1991) racconta l'evoluzione nel tempo del fenomeno deformativo. A partire dalla zona di coronamento si è avuta una progressiva deformazione dell'ammasso roccioso avvenuta molto probabilmente con cicli di maggiore attività alternati a cicli di quiescenza.

Una evoluzione più rapida si è instaurata lungo la rottura perimetrale, segnata dalla frattura recente e da una netta rottura di pendio fasciata da detriti, che ha portato a maggiori dislocazioni di questa parte del versante. Queste dislocazioni si sono prodotte oltre che con un progressivo abbassamento e rigonfiamento del versante, spesso anche con il collasso di porzioni di questo, sotto forma di crolli di ammassi rocciosi e colate di detrito. Se questa è la storia iscritta nella morfologia del versante, non è sbagliato presumere che esso continui la sua evoluzione con queste modalità. Non si deve però escludere la possibilità di una rottura profonda e continua che porti al collasso di una consistente parte dell'ammasso roccioso se non di tutto l'ammasso.

### **8 - Frana di Otro-Feglierech nel comune di Alagna Valsesia (VC).**

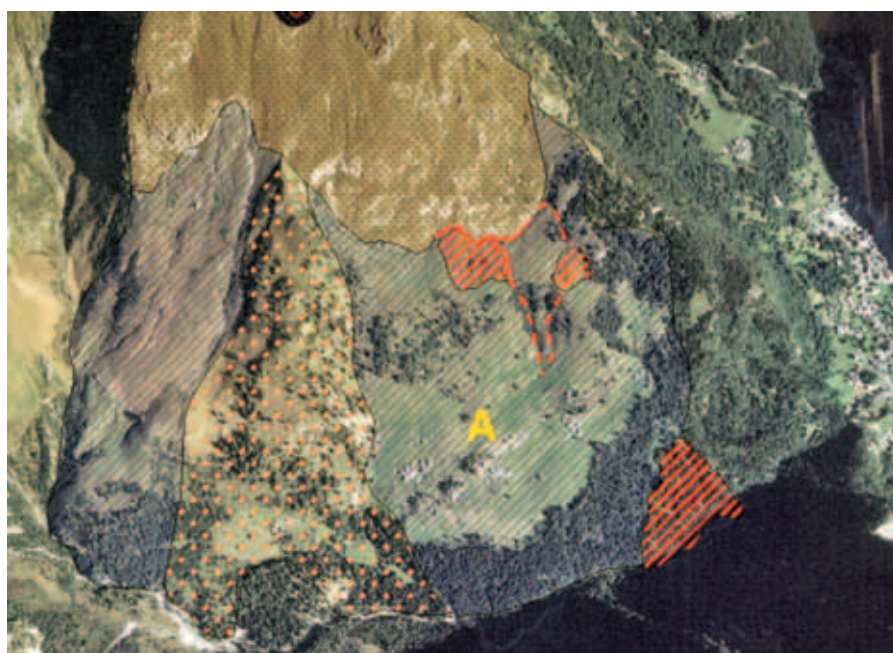
In alta val Sesia, il versante sinistro orografico del torrente Otro, affluente di destra del fiume Sesia appena a valle di Alagna, è interessato da un insieme di antichi e complessi fenomeni gravitativi profondi la cui evoluzione nel tempo ha portato ad una particolare situazione morfologica, contraddistinta dallo sviluppo di settori



caratterizzati ognuno da un diverso grado di evoluzione e particolari caratteri fisiografici (**Figura 3.31** ◆):

- una parte superiore costituente la zona di distacco, rappresentata da un pendio ripido abbastanza omogeneo, formato da paretine rocciose alternate a cenge erbose;
- uno sperone roccioso centrale che rappresenta quanto rimane di un voluminoso insieme di ammassi rocciosi dislocati;
- due settori laterali a questo sperone, costituenti gli ammassi dislocati più francamente definibili come antichi e complessi fenomeni franosi, caratterizzati da uno stadio evolutivo piuttosto avanzato e da consistenti ulteriori dislocazioni interne.

Di questi ultimi due il settore più orientale, morfologicamente meglio definito, è quello che ha manifestato significativi sintomi di riattivazione nel corso di questo evento. Esso, più di tutti gli altri, è caratterizzato da una netta e ripida superficie di distacco nella parte alta, da



**Figura 3.31** ◆

*Schema della frana di Otro - Feglierech rappresentato su fotografia aerea del volo Alluvione 2000.*

*In rosso le aree soggette a movimenti palesi conseguenti all'evento, che indicano una condizione di riattivazione del settore più orientale della frana.*

una serie di dolci ed estesi ripiani e contropendenze nella parte mediana, che hanno favorito lo sviluppo di numerosi nuclei abitativi di tipo alpino, contornati da prati e pascoli e da una zona di piede ripida e scoscesa che giunge al torrente Otro, fittamente rimboscita che, con la zona pianeggiante sovrastante, rappresenta l'insieme del corpo di frana (A).

I principali movimenti si sono resi manifesti solo nel settore (A): in alto, al margine della massa dislocata e, in basso, nel settore orientale del piede della frana. (**Figure 3.32 - 3.33** ◆)

L'insieme di questi movimenti ancorché localizzati e relativamente poco profondi, fa tuttavia presumere che si sia avuto, nei giorni successivi all'evento di pioggia, un generale assestamento di tutto il settore (A) che ha evidenziato sintomi di movimento solo marginalmente e in particolare nella sua porzione più orientale.

Pur non essendo ipotizzabile, dato l'attuale stato di evoluzione di questa frana, un collasso generale del versante, non è tuttavia errato presumere un'ulteriore evoluzione ancor più grave di quella manifestata-





**Figure 3.32 - 3.33** ◆

Porzione più orientale del settore A, che ha manifestato movimenti sia nella parte alta (figura 3.32) che al piede (Figura 3.33, Foto M. Biasetti).

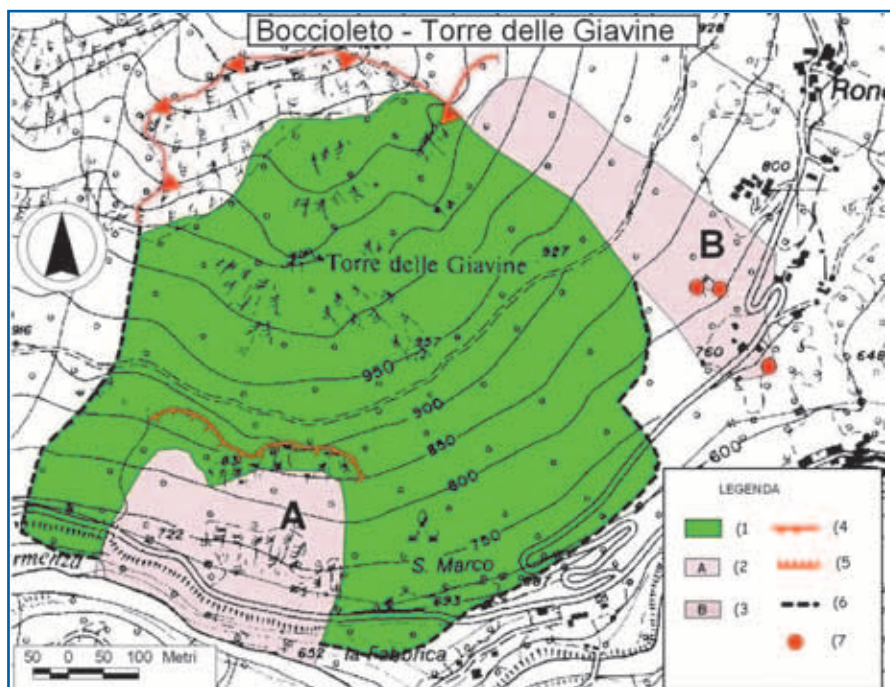
si durante questo evento, soprattutto nel settore più orientale del piede della frana. Una ipotesi di questo genere dovrà comunque essere presa in considerazione a partire da situazioni climatiche di tipo critico paragonabili a questa, tenendo conto dei possibili effetti indotti lungo l'asta del torrente Otro e soprattutto al suo sbocco in conoide in corrispondenza all'abitato di Alagna.

## 9 - Frana di Torre delle Giavine nel comune di Boccioleto (VC).

Casalis nel suo Dizionario Geografico (1853) scriveva di questa regione : *"...opera maestosa della natura, quand'ella soffriva le violente convulsioni di un terremoto, è la Torre che ritrovasi presso a Boccioleto nella valle Semenza; s'inalza essa in sulle falde di una montagna in gran parte crollata che presenta profonde fessure ed enormi macigni qua e là sparsi....."*. Si tratta di una complessa ed antica frana, censita nel Sistema Informativo Geologico, che storicamente ha manifestato più volte sintomi di attività, soprattutto nel suo settore di piede più occidentale (**Figura 3.34** ◆). In questa zona di fatto si individua un corpo (A), contraddistinto da superfici di rottura ad andamento sub circolare e da un maggior grado di evoluzione rispetto al resto del versante che, a partire dalla bastionata rocciosa sovrastante, giunge fin nell'alveo del torrente Semenza.

In realtà, più che di una complessa ed antica frana, siamo in presenza di un fenomeno di Deformazione Gravitativa Profonda che si sviluppa a partire da una grande frattura sommitale del versante orientata circa ENE e disloca, nella porzione sommitale, una massa rocciosa molto articolata, caratterizzata dalla presenza di molte fratture, *trench* e avallamenti del terreno che danno luogo ad una morfologia accidentata e spettacolare (Torre delle Giavine è un campanile roccioso alto poco meno di 100 m) (**Figura 3.35** ◆). La porzione inferiore soggetta a impercettibili fenomeni di rigonfiamento si presenta fasciata, soprattutto nel settore più orientale, da grandi e ripide distese di detriti a grossi blocchi, alcuni anche ciclopici, che sono il risultato di vari e successivi crolli succedutisi nel corso dell'evoluzione di questo fenomeno (B).

Tornando alla frana vera e propria (A) che ha dato ricorrenti segni di



**Figura 3.34** ◆  
Schema morfostrutturale del fenomeno franoso presso la località Torre delle Giavine nel comune di Bocchieleto (VC).  
1) Deformazione gravitativa profonda di versante;  
2) Frana attivatasi nell'ottobre 2000;  
3) Area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi;  
4) Coronamento principale del fenomeno franoso;  
5) Scarpata secondaria;  
6) Limite incerto della frana;  
7) Ubicazione dei massi decametrici isolati.



**Figura 3.35** ◆  
Vista frontale della grande e antica frana di Torre delle Giavine, con localizzato il settore (A) che ha dato segni di attività nel corso dell'evento.  
In alto il campanile roccioso che ha dato il nome alla frana.

instabilità, questi si sono prevalentemente manifestati con processi di deformazione e abbassamento del piano viabile e il collasso, sotto alla strada, di porzioni superficiali del versante dando luogo a formazione di colate detritiche e rotolamento massi anche ciclopici nell'alveo del torrente Semenza. L'inconveniente maggiore è la continua deformazione del piano stradale che talora porta al blocco della viabilità con conseguente isolamento di tutta la vallata. Per questa ragione sono in atto da alcuni anni varie iniziative di studio e tentativi di risoluzione del problema che hanno portato a vari interventi di sistemazione e indagini geotecniche e geognostiche, ivi compresa la realizzazione di sondaggi e misure inclinometriche.

## 10 - Frana di Pratirossi nel comune di Cervatto (VC).

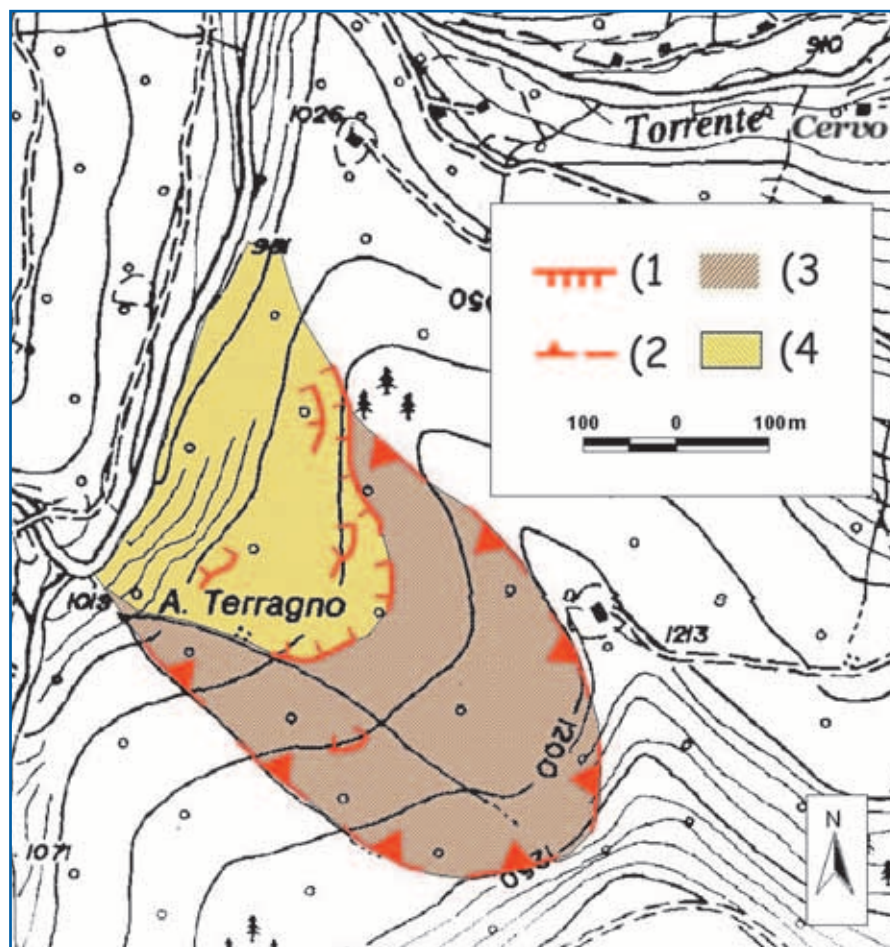
Sul versante destro orografico del torrente Cervo, affluente di destra del torrente Mastallone, in località Pratirossi nel comune di Cervatto, si è attivata nei giorni immediatamente successivi all'evento, una



**Figura 3.36** ◆

Schema morfostrutturale del fenomeno franoso in località Prati Rossi nel comune di Cervatto (VC).

- 1) Fratture recenti successive all'evento alluvionale dell'ottobre 2000;
- 2) Coronamento principale del fenomeno franoso;
- 3) Antica Frana;
- 4) Settore riattivato nell'ottobre 2000.



frana di discrete proporzioni che ha interessato il substrato roccioso già piuttosto fratturato e localmente tettonizzato, mobilizzando materiali sciolti detritici a pezzatura piuttosto fine.

Un'attenta analisi fotointerpretativa, fatta su fotogrammi scattati alcuni mesi dopo l'evento, ha messo in evidenza che si è trattato di un movimento localizzato nella parte medio-bassa di un'antica frana, morfologicamente manifesta in forma di piccolo bacino, che si sviluppa da una dorsale intermedia a partire da quota 1300 m circa, fin sul fondovalle a quota 1000 m, in corrispondenza del torrente Cervo, appena a valle della confluenza con il rio dei Corti (Figura 3.36 ◆).

La fitta copertura boschiva del versante che ha mascherato gli elementi morfo-strutturali caratteristici della frana, associata alle non grandi dimensioni del fenomeno, sono le ragioni per cui questo fenomeno non è stato individuato nello studio fotointerpretativo esteso a tutto il territorio regionale negli anni '80 e quindi non è stato inventariato nella banca dati regionale. Si hanno tuttavia notizie documentarie che narrano di fenomeni di attività analoga all'attuale nel corso, dell'evento del novembre 1968, in seguito alla quale il Corpo Forestale dello Stato eseguì interventi di sistemazione forestale.

Durante l'evento dell'ottobre 2000, parte del materiale dislocato e sceso a valle ha creato una sorta di sbarramento temporaneo dell'alveo del torrente Cervo, il cui sfondamento ha generato un'onda di piena che, nella giornata del 14, ha determinato l'innescò di intensi fenomeni di mobilizzazione dell'alveo, fino in località Campo Cervo. La soluzione adottata dall'Amministrazione Comunale, su suggerimento



mento della Società incaricata dello studio della frana, di attuare un monitoraggio consistente in misure tacheometriche, inizialmente giornaliere e successivamente diradate in funzione dell'andamento a rallentare dei movimenti, fino ad istituire un monitoraggio visivo e strumentale leggero attuato dagli stessi tecnici dell'Amministrazione Comunale nel periodo successivo all'inverno, si è dimostrata razionale e adeguata alle circostanze.

## 11 - Frana di Rio Santanel, località Piamprato, nel comune di Valprato Soana (TO).

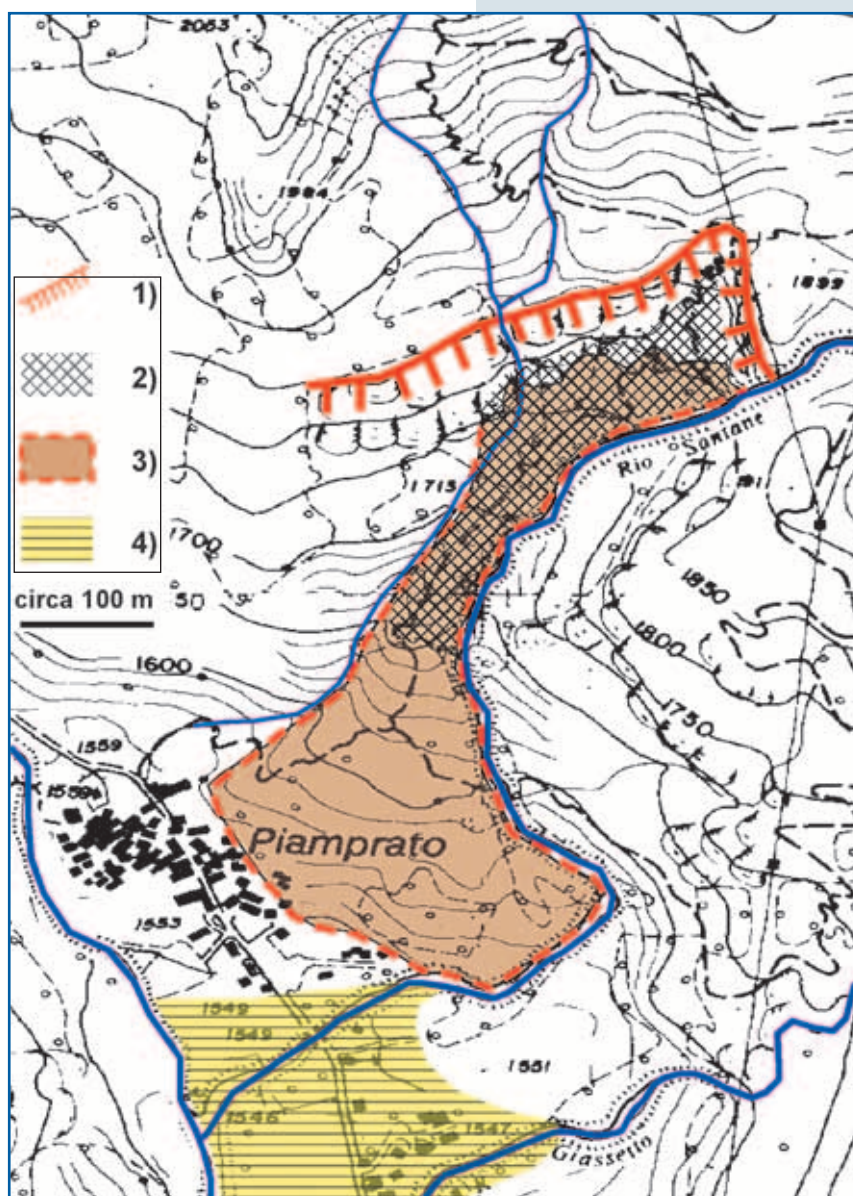
Il bacino del rio Santanel, a monte dell'abitato di Piamprato nel comune di Valprato Soana (TO), è impostato, nella sua parte bassa, su di un antico accumulo di frana che si estende dall'abitato (quota 1560 m circa s.l.m.m.) sino alla quota di 1900 m circa (Figura 3.37 ♦). L'accumulo, totalmente costituito da materiale detritico, con volumetrie dei blocchi sino a diverse decine di metri cubi, assume nella parte bassa l'aspetto di un ampio cono debolmente inclinato. Il coronamento, molto ben definito, si presenta come un insieme di scarpate subverticali in roccia, impostate prevalentemente su serpentiniti, prasiniti, calcescisti ed anfiboliti, appartenenti alla Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi, e su gneiss minuti, appartenenti alla Zona Sesia - Lanzo (in particolare al cosiddetto Lembo del Santanel).

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 il settore medio alto dell'accumulo, tra le quote 1695 e 1850 m circa, ha subito una dislocazione di entità stimata sino ai 20 m. Il movimento sembrerebbe essere causato dall'effetto combinato dell'erosione operata dal rio Santanel, che limita l'accumulo sul fianco sinistro, dallo spiccato convogliamento di acque che la morfologia del settore di coronamento tende a convogliare sull'accumulo di frana, dalle pessime caratteristiche litotecniche del materiale costituente l'accumulo stesso e dalla sfavorevole giacitura del substrato sul quale appoggia l'accumulo, il quale presenta un'inclinazione di circa 60° verso SE. Il settore dislocato presenta vistosi fenomeni di scollamento, con riget-

**Figura 3.37** ♦

Schema del fenomeno franoso presso il rio Santanel, frazione Piamprato del comune di Valprato Soana (TO).

- 1) Coronamento principale in roccia;
- 2) Settore mobilizzato nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000;
- 3) Accumulo di frana;
- 4) Delimitazione approssimativa del settore invaso, nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993, da materiali ghiaiosi trasportati dai rii Santanel e Giassetto. Il fenomeno si è ripetuto, in misura minore, nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000.





**Figura 3.38** ◆

Fenomeni di scollamento dell'accumulo di frana a livello del coronamento. L'abbassamento complessivo (indicato dalla freccia) subito dall'accumulo, è qui nell'ordine dei sette metri.



to sino a 6-8 m e continuità di alcune centinaia di metri, al contatto con le pareti di coronamento; le osservazioni lungo il coronamento (**Figura 3.38** ◆) sembrano indicare numerosi episodi consimili in passato. Il settore di accumulo traslato è diviso in numerose zolle, di varia forma e dimensione, separate da fratture di trazione e scarpate con altezza sino ad alcuni metri (**Figura 3.39** ◆).

Il rio Santanel è stato parzialmente ostruito dal materiale franato; il trasporto solido da esso generato ha parzialmente inghiaiato il settore ove sorge un gruppo di baite presso il piede dell'accumulo. Lo stesso fenomeno si era già verificato, con ben maggiore intensità, nel corso dell'evento alluvionale del settembre 1993, quando al trasporto solido del rio Santanel si aggiunse quello proveniente dal

limitrofo rio Giassetto (*Regione Piemonte, Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte, Torino, 1996*). Benché all'epoca non fossero stati effettuati specifici sopralluoghi in quota appare probabile che il trasporto solido possa essere stato generato, quantomeno in parte, da mobilitazione dell'accumulo della frana del Santanel.

A seguito di finanziamento dell'Ente Regione è prevista la regimazione delle acque superficiali.

**Figura 3.39** ◆

Scarpata all'interno dell'ammasso dislocato.





## 12 - Frana di Rosone nel comune di Locana (TO).

La frana di Rosone, nel Comune di Locana (TO), è un grande fenomeno molto complesso, ampiamente descritto nell'ambito di numerose pubblicazioni, monografie e tesi di laurea (le principali infra elencate) ed è attualmente oggetto di un Progetto Internazionale finanziato dall'UE.

- M. Ramasco, T. Stoppa, G. Susella, *La deformazione gravitativa profonda di Rosone nella Valle dell'Orco*, Boll. Soc. Geol. It. 108 (1989), 401, 408.
- F. Luino, M. Ramasco & G. Susella, *Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi*, Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi, Linea 2, Pubblicazione 964, Unità Operative 2.1 CNR-IRPI Torino – 2.2 Regione Piemonte SPRGMS, 1993;
- *Rischi Generati da Grandi Movimenti Franosi*, sviluppato dalla Regione Piemonte e dall'Université J. Fourier (Francia) nell'ambito del progetto Interreg I Italia-Francia, 1996;
- F. Forlati, M. Ramasco, G. Susella, G. Barla, P. Marino & G. Mortara, *La deformazione gravitativa profonda di Rosone. Un approccio conoscitivo per la definizione di una metodologia di studio*, Studi trentini di Scienze Naturali, Vol. 68 (1991), Acta Geologica, pagg. 71-108, Trento 1993.

Si rimanda ai testi di cui sopra per una completa descrizione dei fenomeni, che non saranno dettagliati in questa sede.

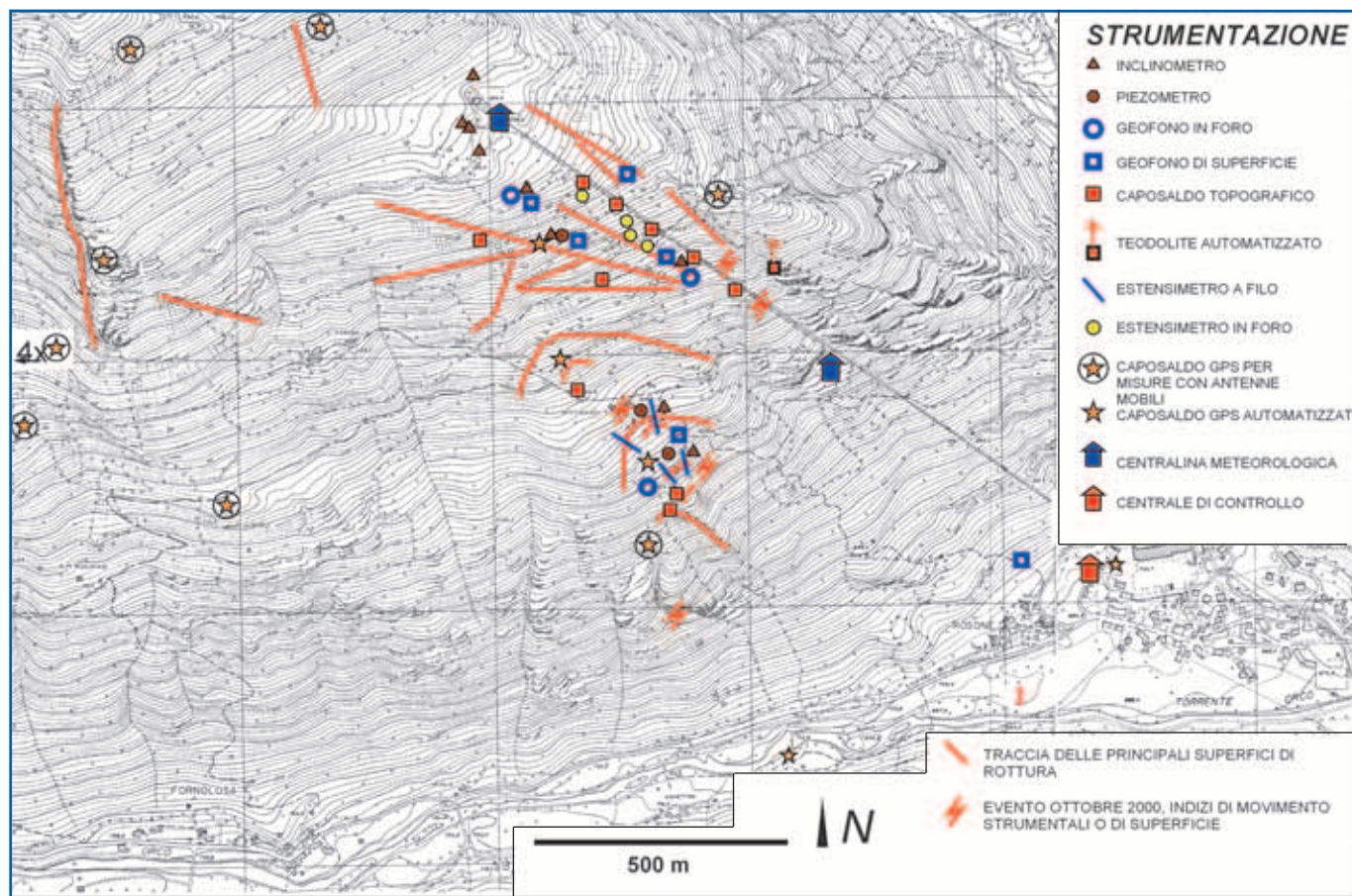
Sul settore maggiormente attivo della frana di Rosone, denominato settore Bertodasco, è in funzione da tempo un sistema di controllo per la misura dei movimenti (**Figura 3.40** ♦), costituito da verticali inclinometriche, piezometriche e da capisaldi topografici. Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 il sistema ha registrato i seguenti movimenti principali:

- due estensimetri segnalano spostamenti complessivi compresi tra 7 mm e 12 mm;
- uno dei capisaldi topografici segnala uno spostamento di 40 mm;
- l'inclinometro A1 segnala uno spostamento di 25 mm alla profondità di 40 m;
- l'inclinometro B1 segnala uno spostamento di 100 mm alla profondità di 40 m; lo spostamento complessivo rilevato al piano campagna è di 130 mm.

Ai movimenti rilevati dagli strumenti si associano alcuni indizi di spostamento osservati in superficie nei giorni successivi all'evento:

- la vistosa deformazione di un tratto del piano inclinato del carrello di servizio lungo la condotta forzata intorno alla quota di 1300 m;
- un insieme di spostamenti differenziali del terreno, percettibili sul versante a valle di Bertodasco;
- la dislocazione di un settore dell'ammasso roccioso, alla quota di circa 950 m, con apertura di fessure e ribaltamento di porzioni lapidee, a valle di Bertodasco.





**Figura 3.40** ◆

Schema della strumentazione installata sul fenomeno franoso di Rosone nel Comune di Locana (TO).

Quanto rilevato nel corso dell'evento dell'ottobre 2000 conferma il quadro generale conoscitivo del fenomeno franoso con ipotesi di maggior criticità del settore di Bertodasco, così come descritto nei citati testi. Questo conferma ulteriormente le scelte che hanno condotto alla predisposizione di un intervento di completamento ed integrazione del sistema di controllo sul movimento franoso di Rosone. Tale intervento, ultimato nel 2001, è stato portato a termine dalla Regione Piemonte e dalla Azienda Energetica Municipale di Torino (A.E.M.) nell'ambito di una specifica convenzione che prevedeva un finanziamento erogato dall'Ente Regione.

I lavori hanno comportato essenzialmente:

- predisposizione di una cartografia numerica della zona alla scala 1:2000;
- rilievo geologico-strutturale di dettaglio alla scala 1:2000;
- rilievo geomeccanico di dettaglio alla scala 1:2000;
- rilievi geofisici tramite metodi sismici (circa 3000 m di stendimenti);
- esecuzione di quattro sondaggi attrezzati con inclinometri e piezometri ed integrazione degli inclinometri esistenti entro la rete di misura in continuo. Le colonne inclinometriche sono dotate di sonde fisse per la misura in continuo degli spostamenti.
- esecuzione di prove di laboratorio sui materiali estratti;
- controllo tramite capisaldi topografici controllati in continuo da una stazione totale automatizzata;
- controllo topografico tramite tre antenne GPS fisse sul corpo di



frana, due antenne GPS fisse all'esterno del corpo di frana ed alcune posizioni GPS per misura con attrezzatura mobile;

- controllo delle emissioni acustiche tramite geofoni;
- controllo degli spostamenti lungo le fratture principali tramite estensimetri a filo.
- installazione di una stazione idrometrica per il controllo delle portate del torrente Orco, a monte della frana;
- installazione di una centralina di acquisizione di dati meteorologici che si affianca a quella regionale già esistente;
- predisposizione di un modello numerico, a partire dagli studi esistenti e dalle nuove risultanze;
- definizione di scenari di invasione;
- individuazione dei settori di versante maggiormente soggetti a caduta massi.

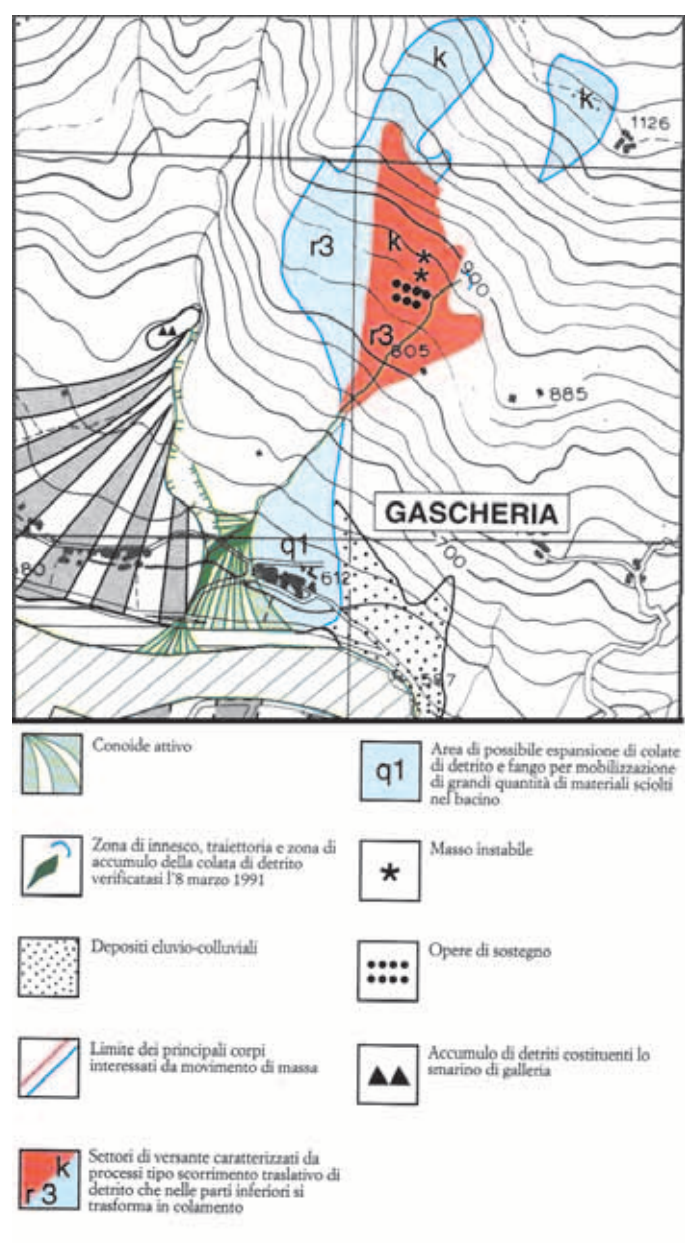
Tutta la strumentazione invia i dati in continuo presso una stazione di controllo ubicata presso la centrale elettrica dell'A.E.M. di Rosone; gli stessi dati vengono elaborati tramite un programma che confronta le risultanze di tutta la strumentazione con gli scenari di evoluzione precedentemente individuati. In caso di superamento di soglie prefissate viene emesso un allarme, destinato ad essere collegato ad un piano di protezione civile attualmente in corso di sviluppo.

### **13 - Frana di Gascheria nel comune di Locana (TO).**

Anche in questo caso si è in presenza di un'antica frana, anche se non di grossissime proporzioni, che ha più volte in passato dato segni di attività con manifestazioni di vario tipo e che è anche stata oggetto di vari provvedimenti e interventi di sistemazione e consolidamento a partire dal Decreto di trasferimento emesso con D.L. n. 299 del 2 marzo 1916, fino ai successivi provvedimenti in corso di attuazione da parte della Regione Piemonte.

Per una maggiore conoscenza di questo fenomeno, oggetto di studi e approfondimenti conoscitivi, sia storico-archivistici che geologico-morfologici, si rimanda al lavoro di censimento "*Atlante dei centri abitati instabili piemontesi*" (F. Luino, M. Ramasco, G. Susella, 1993). Di questo lavoro si riporta lo schema di **Figura 3.41** ♦ che mostra le caratteristiche morfologiche del fenomeno oltre che l'evento dell' 8 marzo 1991, dal quale si evince trattarsi di una frana per scivolamento di detrito che nelle parti frontali può dar luogo a processi di colamento. Già nell'evento del 1991 si era verificato un processo di mobilitazione in massa di una parte della frana (k, r3) , in seguito al quale si era poi innescata una colata di detrito che aveva interessato soltanto l'alveo del piccolo rio esistente. Se si confronta lo schema geomorfologico con la fotografia scattata da elicottero (**Figura 3.42** ♦) si vede abbastanza chiaramente che nel corso dell'evento 2000 si sono ripetute le stesse tipologie di attività degli anni precedenti, solamente con processi più estesi ed intensi che hanno nuovamente messo a rischio le condizioni di sicurezza del centro abitato di Gascheria. Nella parte alta del versante si è mobilizzata una consistente porzione della frana con dislocazioni di massa che hanno dato luogo al collasso dei settori marginali e alla formazione di due grandi colate di





detrito ben visibili sulla foto, più una terza di minori proporzioni, che, congiuntesi al piede della frana, si sono incanalate ed hanno raggiunto il fondovalle, depositando sull'apice del conoide la maggior parte dei materiali solidi grossolani. Il materiale più fine è in massima parte sceso lungo il rio danneggiando la strada di accesso alla frazione mentre una parte della colata, perlopiù materiale fine fangoso, ha raggiunto e parzialmente invaso la casa posta in posizione più alta sul conoide. Attualmente l'Amministrazione Regionale ha



**Figura 3.41** ◆  
Schema della frana di Gascheria tratto da: "Atlante dei Centri Instabili Piemontesi, 1994".

**Figura 3.42** ◆  
Visione di insieme della frana innescatasi nel corso dell'evento 2000 nella parte alta del versante e scesa incanalata nell'incisione esistente fino a raggiungere ed interessare marginalmente il centro abitato.



disposto la realizzazione di uno studio di dettaglio che ha l'obiettivo di verificare la possibilità di intervenire con opere di consolidamento della frana e di difesa del centro abitato.

Nel caso la verifica dia esito positivo la stessa Amministrazione provvederà ad attuare una trasformazione del vecchio Decreto di Trasferimento in uno di Consolidamento.

## 14 - Frana di Cres della Sassa nel comune di Noasca (TO).

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, presso la località Cres della Sassa, nel comune di Noasca (TO), sul versante orografico sinistro della valle Orco ad una quota compresa tra i 1650 ed i 1860 m s.l.m. m., si è sviluppata una vistosa frattura con andamento ad arco ed estensione di circa 200 m. La frattura presenta dislocazioni sino a circa 2 metri (Figura 3.43 ♦). L'areale interno allo sviluppo della frattura, circa 50000 m<sup>2</sup>, si sviluppa essenzialmente su depositi glaciali e detritici, gli stessi che affiorano lungo la scarpata della frattura perimetrale. Il nucleo di tale areale è costituito da uno sperone roccioso di gneiss occhiadino piuttosto disarticolato (Figura 3.44 ♦ - Figura 3.45 ♦). Appare probabile che il movimento abbia interessato non solo le coperture detritiche ma



Figura 3.43 ♦  
Scarpata lungo la  
frattura principale.

anche lo stesso sperone. In tale ottica i movimenti osservati rappresentano verosimilmente una riattivazione in seno ad un più vasto areale instabile, approssimativamente delineato nell'inserito della figura 3.44, che include anche una vasta zona di accumulo sul fondovalle.

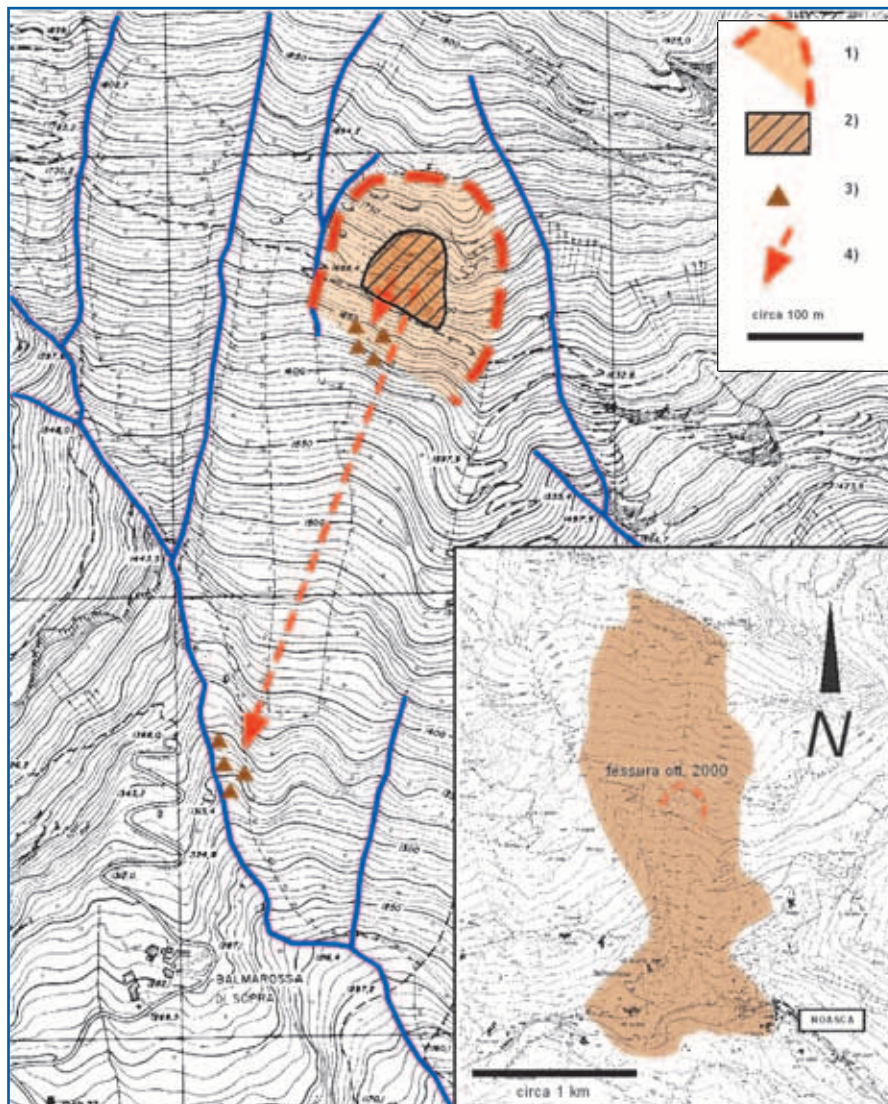
All'interno dell'areale interessato dai fenomeni dell'ottobre 2000 i depositi detritici si presentano ovunque dislocati da fessure di trazione (con apertura di alcuni decimetri) che isolano zolle più o meno estese, interessate nel complesso da un generale movimento trasla-

**Figura 3.44** ◆

Schema del fenomeno franoso presso la località Cres della Sassa nel comune di Noasca (TO).

- 1) Frattura principale ed areale interessato dal fenomeno franoso.
- 2) Sperone roccioso disarticolato al nucleo dell'areale instabile.
- 3) Principali blocchi derivanti da crolli provenienti dallo sperone roccioso.
- 4) Traiettorie di crollo principali.

L'inserto riporta la delimitazione approssimativa del più vasto areale instabile in seno al quale si è sviluppato il fenomeno franoso dell'ottobre 2000 (linea rossa tratteggiata).



tivo in direzione sud. Lo spostamento della massa franata, misurabile in corrispondenza del coronamento, è di circa 2 metri. Numerosi massi presenti sul corpo di frana (alcuni con volume superiore al metro cubo) mostrano chiaramente di essersi parzialmente

**Figura 3.45** ◆

Vista da sud dell'areale interessato. Sono evidenziati la frattura perimetrale ed il nucleo roccioso.





ribaltati causa la traslazione od il cedimento del materiale detritico che costituiva l'appoggio del piede.

Dallo sperone roccioso disarticolato si sono distaccati numerosi blocchi rocciosi, con volumetria sino a 4-5 m<sup>3</sup>; alcuni si sono arrestati poco a valle dello sperone laddove altri hanno continuato la corsa, con moto di rotolamento e rimbalzo, sino ad arrestarsi nell'alveo del torrente Ciamousseretto, a monte dell'abitato di Balmarossa di Sopra.

Sul sito è prevista l'installazione, tramite finanziamento regionale, di un sistema di controllo del movimento franoso tramite capisaldi topografici.

## 15 - Frana di Rio Neimar nel comune di Exilles (TO).

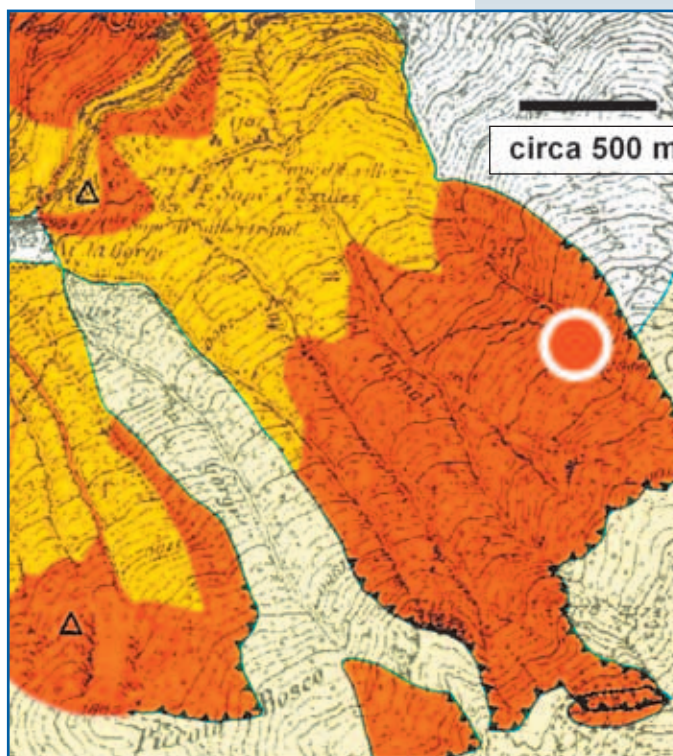
Il movimento franoso si colloca sulla destra orografica della valle di Susa, nel comune di Exilles (TO), sulla testata del rio Neimar, a quote comprese tra 1830 e 1970 metri.

Causa la posizione, piuttosto nascosta e difficile sia da raggiungere che da osservare, il fenomeno franoso venne segnalato solo a partire dal maggio 2001, quando iniziarono a verificarsi, lungo l'asse del rio Neimar, alcune colate di detrito derivanti dall'accumulo mobilizzatosi nell'ottobre precedente.

Il movimento franoso osservato (**Figura 3.46** ♦) si colloca all'interno di un'antico e vasto fenomeno franoso genericamente riconosciuto come Frana del Sapé e censito nel Sistema Informativi Geologico. Tale fenomeno franoso, congiuntamente alla Frana di Eclause-Fenils, sul versante idrografico opposto, ha comportato lo sbarramento della Dora Riparia presso la località Serre la Voute, generando una spiccata chiusura valliva, con formazione della retrostante piana di Salbertrand.

Il quadro di deformazioni e movimenti rilevati sono interpretabili, alla luce delle conoscenze pregresse, come una riattivazione di un settore del più ampio fenomeno franoso sopra descritto.

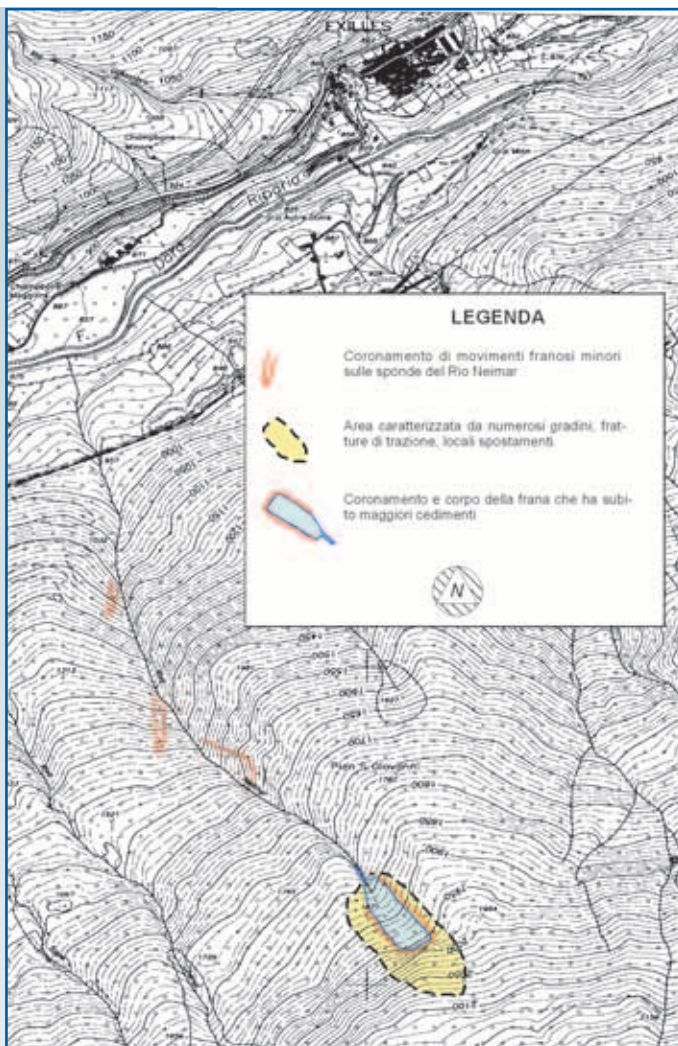
Segni di movimento sono rilevabili su di una superficie molto ampia (**Figura 3.47** ♦), in particolare presso la testata del rio Neimar, all'interno della quale si distingue un'area in cui il movimento ha assunto un carattere parossistico, con notevoli dislocazioni e disarticolazione completa del terreno. Tale zona è larga circa 70-100 metri ed è compresa tra le quote 1830 e 1970 m s.l.m.m. per una lunghezza di circa 250 metri in carta; non si hanno dati oggettivi per poter stabilire la potenza del corpo di frana, che comunque è ragionevolmente stimabile intorno



**Figura 3.46** ♦  
Stralcio dalla Carta dei movimenti gravitativi delle alte valli Susa e Chisone, alla scala 1:25000 redatta dalla Regione Piemonte. Il cerchio bianco indica la zona della frana del Rio Neimar; è evidente come il fenomeno si sia innescato in seno ad un più ampio settore instabile, noto come frana del Sapé.



**Figura 3.47** ◆  
Schema del  
fenomeno franoso  
presso il rio  
Neimar  
nel comune di  
Exilles (TO).



ai 3-4 metri. In base a tali osservazioni si può stimare una volumetria coinvolta di circa 130.000 m<sup>3</sup>. Il movimento franoso coinvolge una spessa coltre formata dall'alterazione di calcemicascisti, che si muove attraverso meccanismi complessi tipologicamente ascrivibili a movimenti per scivolamento e colata relativamente lenta.

All'interno e al contorno del corpo di frana si osservano numerosi gradini e fratture di trazione; il corpo di frana è suddiviso in zolle relativamente integre che galleggiano in una matrice molto fluida totalmente disorganizzata (Figura 3.48 ◆).

Il corpo di frana è attraversato dal rio Neimar, che in parte si disperde nel corpo di frana stesso (Figura 3.49 ◆); lungo l'asse del rio si verificano frequenti colate detritiche, alimentate da modesti, ma continui distacchi nel settore del coronamento.

In conseguenza di quanto verificatosi, lungo l'asse del rio, a difesa di alcuni attraversamenti di strade minori, sono state effettuate alcune opere di tipo idraulico.

**Figura 3.48** ◆  
Aspetto del corpo  
di frana.







**Figura 3.49** ◆  
Aspetto del corpo di frana, a sinistra l'alveo del rio Neimar.

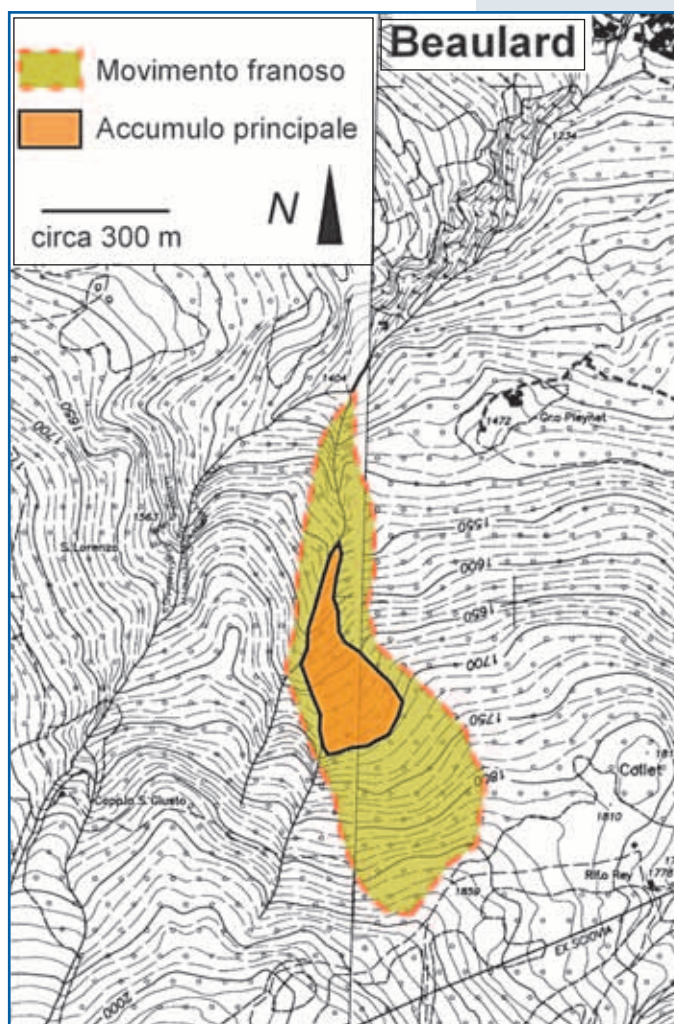
Fenomeni di colata detritica si sono pure verificati lungo i torrenti Sapé e Chenal, a SO del rio Neimar. La colata lungo il torrente Sapé ha interrotto la pista di collegamento per la frazione omonima.

**Figura 3.50** ◆  
Schema della frana di S. Giusto, località Beaulard nel comune di Oulx (TO).

## 16 - Frana di S. Giusto nel comune di Oulx (TO).

La frana di S. Giusto è ubicata sulla destra orografica della Dora di Bardonecchia, nell'ambito del territorio comunale di Oulx (TO), a monte della frazione Beaulard in direzione della dorsale Grand Hoche-Clottesse. Il movimento franoso in esame (Figura 3.50 ◆ - Figura 3.51 ◆ - Figura 3.52 ◆) ha dato i suoi primi significativi segnali di attività successivamente alle piogge del 28 - 29 aprile 2000, quando una massa di circa 300 000 m<sup>3</sup> subì uno spostamento di alcuni metri.

Durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 il movimento subì una notevole accelerazione; successivamente, per tutto l'inverno 2000 - 2001 gli spostamenti sono continuati, con velocità sino a 2 cm/h. Il fenomeno si sviluppa lungo un versante interamente costituito da calcescisti; la parte in movimento è costituita essenzialmente da un substrato roccioso estremamente alterato e disaggregato, che si pre-





**Figura 3.51** ◆

*Settore di coronamento della frana; ciglio principale in alto a destra.*



**Figura 3.52** ◆

*Vista complessiva dalla località Refour. L'innevamento evidenzia il corpo di frana principale.*







senta con porzioni rocciose più competenti immerse in una matrice detritico-argillosa a consistenza fangosa.

La superficie di scivolamento così come osservabile in prossimità del coronamento principale si presenta costituita da un affioramento di calcescisti relativamente poco alterato ed è verosimilmente impostata su di un lineamento preesistente.

La frana è di tipo complesso. L'iniziale scivolamento delle coperture sul substrato, si è rapidamente evoluto in colamento per la completa disarticolazione del corpo di frana, trasformatosi in un ammasso limoso argilloso, totalmente saturo.

Il fenomeno franoso risponde rapidamente alle precipitazioni in presenza delle quali il materiale costituente il corpo di frana diventa completamente inconsistente ed i movimenti subiscono una significativa accelerazione. In assenza di precipitazioni l'ammasso tende a solidificarsi ed i movimenti rallentano sensibilmente.

Nel corso della sua evoluzione il colamento ha coinvolto superfici sempre maggiori espandendosi verso valle, arrivando a coinvolgere una volumetria quasi tripla rispetto a quella iniziale, occupando un'area superiore ai 150.000 m<sup>2</sup> per una lunghezza complessiva di più di 950 m. La larghezza del corpo di frana si restringe da monte verso valle, passando da più di 300 fino a 50-60 metri, ove è costretto all'interno di un'incisione confluyente con il rio S. Giusto.

Al momento il corpo di frana si preserva in corrispondenza dei tratti di versante meno acclive, laddove la continua attività erosiva del rio tende ad asportare gran parte del materiale di accumulo trasferendolo a valle come colate di detrito o, più semplicemente, come carico solido. Tale riduzione dell'accumulo comporta condizioni di disequilibrio permanente che potrebbero tradursi in ulteriori movimenti nella parte alta dell'accumulo. Il movimento franoso di per se non ha causato danni particolari, al di fuori di un notevole patrimonio forestale andato distrutto. Tuttavia, tra i possibili scenari evolutivi attesi, non si può escludere un ulteriore movimento parossistico con ostruzione del rio S. Giusto e conseguente colata detritica che potrebbe investire l'abitato di Beaulard.

Nel corso dell'inverno 2001 è stato predisposto un sistema di controllo topografico, dapprima di tipo manuale, con lettura a cadenza settimanale, e successivamente automatizzato, tramite una stazione totale collegata con il Consorzio Forestale Alta Valle di Susa di Oulx. E' stato inoltre predisposto un piano di protezione civile per la frazione Beaulard. Sono infine stati realizzati alcuni interventi di sistemazione sul corpo di frana.

In conclusione si osserva che l'evento dell'ottobre 2000, pur non essendo stato la causa prima dell'innescò del movimento, ha determinato una notevole accelerazione, modificando sensibilmente la massa coinvolta, il meccanismo di movimento ed anche i possibili scenari di rischio previsto.

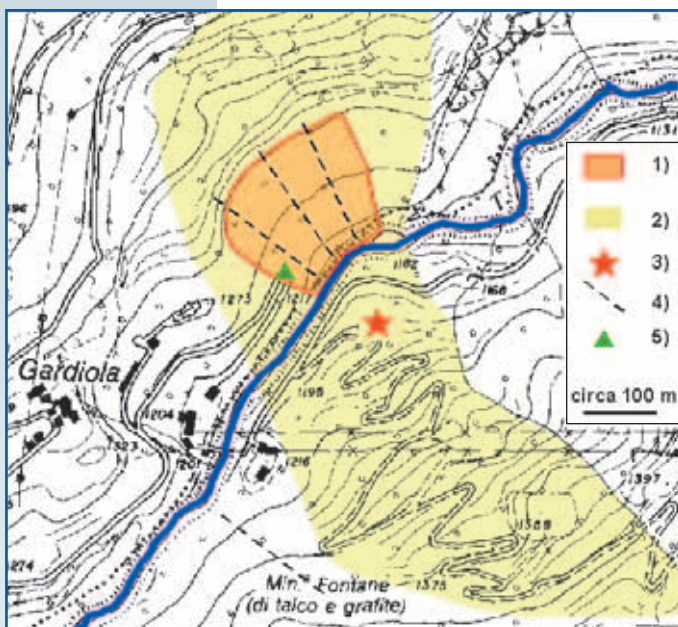
## **17 - Frana di Gardiola nel comune di Salza di Pinerolo (TO).**

Il fenomeno franoso attivatosi presso la località Gardiola nel comune di Salza di Pinerolo (TO) rappresenta un episodio di riattivazione in seno ad un più vasto e complesso fenomeno franoso già riconosciuto, ancorché diversamente perimetrato, sia dalla cartografia alla

**Figura 3.53** ◆

Schema del fenomeno franoso di Gardiola nel comune di Salza di Pinerolo (TO).

- 1) Settore riattivato nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000.
- 2) Limite approssimativo dell'areale instabile riportato dalla cartografia alla scala 1:100.000 della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte.
- 3) Postazione della stazione totale automatizzata.
- 4) Allineamento di capisaldi topografici sul corpo di frana.
- 5) Tornante danneggiato al km 14+900 della S.P. 169.



scala 1:100.000 della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte che dal Piano di Bacino dei Torrenti Chisone e Germanasca, redatto nel maggio 2000 dalla Comunità Montana Valli Chisone e Germanasca.

Nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, lungo un settore di versante con superficie di circa 0.2 km<sup>2</sup>, impostato su depositi detritici, che insiste sulla sponda sinistra del torrente Germanasca, si sono sviluppate numerose fratture di trazione con andamento pre-

valente parallelo a quello delle curve di livello (**Figura 3.53** ◆). Tali fratture, con continuità decametrica, penetrano i depositi detritici sino a profondità visibili nell'ordine di 1.5 m circa. L'innesco dei movimenti è probabilmente in relazione con il vistoso scalzamento al piede del versante, ad opera del torrente. Il tornante della strada provinciale 169, al km 14+900, è stato visibilmente lesionato, sia a livello del piano strada che dei muri che sostengono il tornante stesso.

A seguito dell'evento, su finanziamento dell'Ente Regione, è stato predisposto un sistema di controllo topografico costituito da sedici

capisaldi sul corpo di frana, disposti lungo tre allineamenti principali, misurati in continuo tramite una stazione totale automatizzata posta sul versante opposto.

### 18 - Frana di Fraise nel comune di Usseaux (TO).

Il fenomeno franoso noto come frana del Colletto si è sviluppato, nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 a monte dell'abitato di Fraise nel comune di Usseaux (TO), a quote comprese tra i 1725 ed i 1825 m s.l.m.m., in corrispondenza della testata di un impluvio minore noto come rio del Colletto (**Figura 3.54** ◆).

Il fenomeno interessa litotipi riferibili alla Formazione dei Calcescisti con Pietre Verdi; sul sito in esame prevalgono i calcescisti con minori intercalazioni di marmi e quarziti. La frana si è sviluppata in seno ad un più vasto areale instabile già definito sulla *Carta dei fenomeni gravitativi nelle alte Valli Susa e Chisone*, alla scala 1:25000, redatta negli anni '80 dalla struttura della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte. Il settore attivo occupa un'area di circa 20 000 m<sup>2</sup>; un'indagine geofisica, condotta tramite metodi sismici, indica spessori nell'ordine dei 10 m, per cui i volumi complessivi coinvolti sarebbero nell'ordine dei 200 000 m<sup>3</sup>.

Il movimento principale avviene per traslazione verso valle di un settore corticale, alterato e destrutturato di calcescisti; verso il piede del corpo di frana, in corrispondenza dell'incisione torrentizia, il

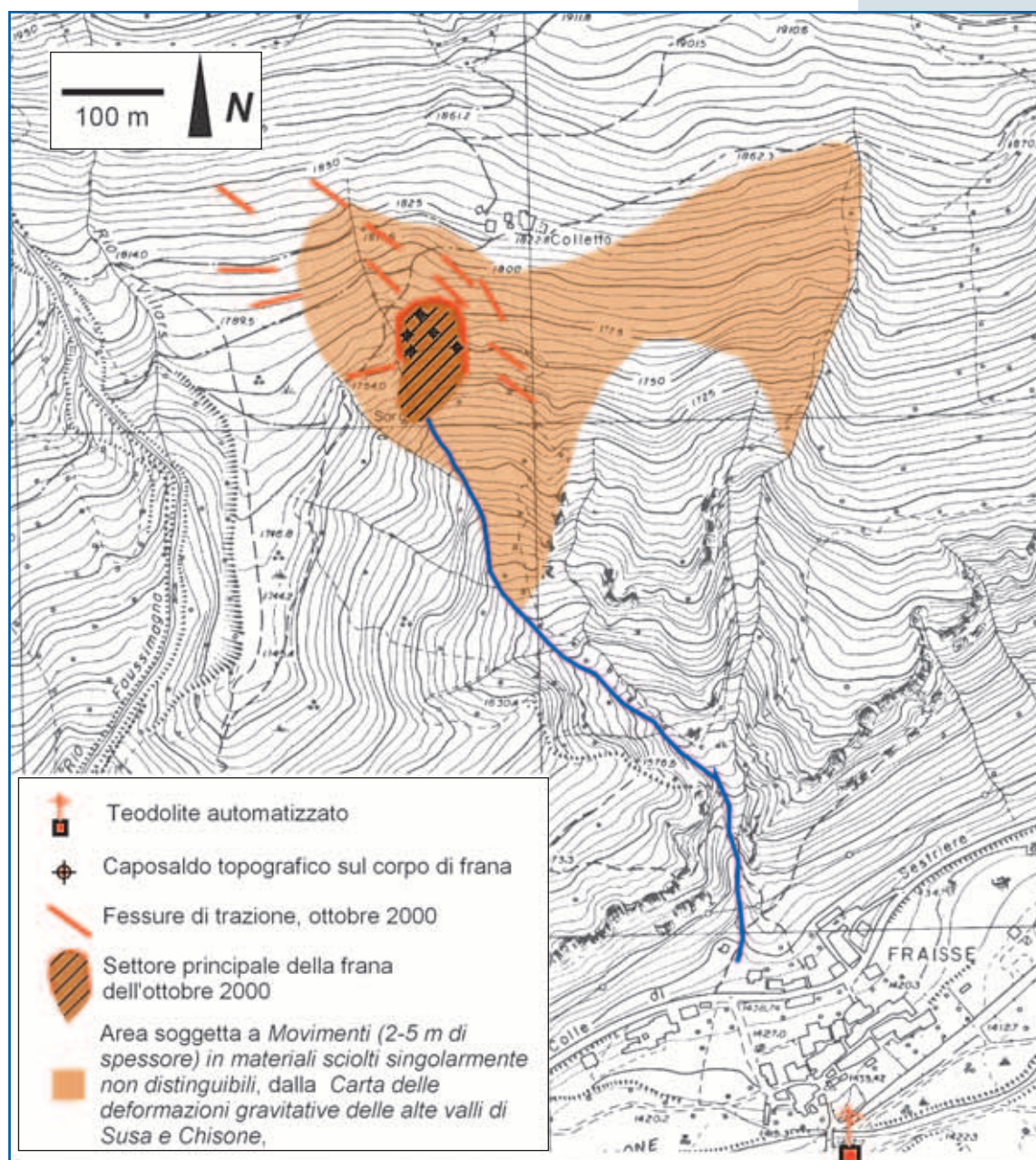


fenomeno tende ad evolvere in colamento di materiale detritico e fangoso, causa la completa disarticolazione dell'ammasso. Il corpo di frana principale si presenta come un insieme di zolle traslate, che conservano la copertura erbosa, separate da fessure e trincee lungo le quali si osservano calcescisti alterati e destrutturati, spesso con aspetto e consistenza fangosi.

Sul settore di versante a monte e ad ovest del settore di frana principale il versante è solcato da alcune fessure di trazione ad andamento prevalente NO-SE, il che induce a ritenere che il fenomeno attivatosi rappresenti la risposta a movimenti più generali di un più vasto settore di versante.

Eventuali evoluzioni del fenomeno franoso potrebbero innescare fenomeni di lava torrentizia lungo il rio Colletto, sul cui conoide sorge l'abitato di Fraisse.

**Figura 3.54** ◆  
Schema del fenomeno franoso a monte della località Fraisse nel Comune di Usseaux (Torino)



A seguito dell'evento alluvionale sono stati realizzati, tramite finanziamento regionale, i seguenti interventi:

- installazione di un sistema di controllo topografico costituito da cinque capisaldi sul corpo di frana ed alcuni capisaldi di controllo all'esterno dello stesso. I capisaldi vengono battuti da una postazione posta sul versante opposto.
- predisposizione di alcune traverse in C.A. intirantate, presso il piede della frana, per contenere i fenomeni di scivolamento.
- realizzazione di alcune trincee drenanti sul corpo di frana.
- posa di reti per contenere l'eventuale distacco di alcuni blocchi rocciosi rimasti isolati ed instabili in seguito all'asportazione della matrice che li inglobava.
- realizzazione di una briglia selettiva lungo il rio Colletto, poco a monte dell'abitato di Fraise.





### 3.1.3 FENOMENI FRANOSI IN VALLE D'AOSTA

Franco Bonetto(\*), Gianni Mortara(\*\*)

(\*)Regione Autonoma Valle d'Aosta – Servizio Cartografia e Assetto Idrogeologico

(\*\*)CNR - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Sezione di Torino

Si ringrazia P.G. Trebò (CNR-IRPI) per il contributo al trattamento informatico delle immagini.

In Valle d'Aosta l'evento alluvionale dell'ottobre 2000 verrà ricordato come uno dei più gravosi accaduti negli ultimi 250 anni, in termini di distruzioni, perdita di vite umane, intensità e diffusione degli effetti geomorfici sul territorio: un bilancio ben peggiore di quello, già severo, legato ai due precedenti episodi alluvionali del settembre 1993 e del luglio 1996, globalmente considerati (Luino, 1993; Bonetto et al., 1996).

In risposta alla eccezionale quantità di pioggia caduta nei giorni 12-16 ottobre (pari, a seconda delle stazioni, al 28-55 % della pioggia media annua, sino al 65 % di Cogne dove furono registrati 454,6 mm) vaste estensioni del territorio valdostano subirono un diffuso ringiovanimento geologico che si manifestò più capillarmente lungo la rete idrografica (Cavallo & Turconi, 2001) e a macchia di leopardo sui versanti, con diversa incidenza morfogenetica in funzione della tipologia delle frane.

Le frane a spese della coltre di alterazione superficiale (*soil slip l.s.*) si concentrarono soprattutto lungo il tratto mediano della valle principale. La motivazione è probabilmente da ascrivere da un lato alle caratteristiche geolitologiche del tratto colpito, caratterizzato da estese coltri di alterazione superficiale a spese di un substrato estremamente tettonizzato e disarticolato, dall'altro alle peculiarità dell'evento pluviometrico che comportò anche l'innescò pressoché contemporaneo delle frane più superficiali.

Di particolare rilevanza sono stati i colamenti veloci con scollamento della copertura boschiva in comune di Fenis, per il diretto



**Figura 3.55** ◆

Tratto mediano della Valle d'Aosta, tra gli abitati di Septumian (sin., est) e di Barche (in apice conoide del torrente Clavalité). L'immagine aerea evidenzia la concentrazione di frane superficiali sul versante destro della valle principale, gli effetti lungo la rete idrografica secondaria e le interferenze con il tessuto antropico (Conc. n. 1758 del 18.10.2000 Min. Difesa-Aeronautica).

coinvolgimento di nuclei abitati e per gli ingenti apporti solidi recapitati alla rete idrografica ove si sono generate imponenti colate torrentizie e conseguenti, estesi alluvionamenti dei conoidi (Figura 3.55 ◆).

Le frane più superficiali furono le prime, in ordine di tempo, a rispondere all'intenso evento meteorologico che stava sviluppandosi a partire dal 12 ottobre, anche in funzione delle elevate intensità di pioggia che, localmente, venivano raggiunte. A seguire si innescarono frane di ben maggiori dimensioni, con coinvolgimento di volumi detritici e/o rocciosi dell'ordine di diverse decine di migliaia di m<sup>3</sup> sino ad alcuni milioni di m<sup>3</sup> ed effetti morfologici rilevanti, con seri risvolti per la sicurezza di alcuni centri abitati e della viabilità.

E' lecito presumere che l'entità di questi movimenti più profondi non sarebbe stata così rimarchevole se l'evento pluviometrico di metà ottobre 2000, per quanto eccezionale, non fosse stato preceduto dalle forti piogge cadute nei giorni 28 settembre -1 ottobre sull'arco alpino nord occidentale, con altezze cumulate che in bassa Valle d'Aosta superarono i 200 mm. A proposito di questo episodio pluviometrico di fine settembre Mercalli & Cat Berro (2001) ritengono che *"le notevoli quantità di pioggia cadute, nonché la parziale fusione del manto nevoso intervenuta nei giorni successivi, può aver mantenuto i suoli ed il reticolo idrografico sotterraneo in uno stato di saturazione"* con conseguente esaltazione dei processi di instabilità che si sarebbero manifestati due settimane più tardi.

La configurazione meteorologica sopra illustrata ripropone uno scenario che, in Valle d'Aosta, si era già realizzato nell'autunno 1846, con sostanziale coincidenza per quanto riguarda le aree maggiormente colpite, l'intensità di effetti e di danni associati. Anche allora due giorni *"très pluvieux"* a fine settembre (Pleod, 1846) precedettero il gravosissimo evento del 16-18 ottobre anch'esso caratterizzato da diffusi processi torrentizi e dal distacco di frane anche importanti (frana di Bosmatto, vedi oltre).

Di seguito sono brevemente descritte alcune delle frane più rilevanti accadute nell'ottobre 2000 (Cfr. Fig. 3.1, pag. 256).

**Figura 3.56** ◆

Frana della Becca di Nona (Pollein): particolare della scarpata di neoformazione.



## Valle principale

### A - Becca di Nona

In comune di Pollein si accentua il movimento di una falda detritica alla base della parete nord-occidentale della montagna a circa 2300 metri di altezza, e di cui erano già noti episodi recenti di instabilità. La strumentazione di controllo, da tempo installata sul pendio sovrastante, segnala una ripresa generalizzata del movimento con una volumetria stimata superiore a 1 milione di metri cubi (Figura 3.56 ◆).





Lungo la grande frattura perimetrale alla base della parete rocciosa, con sviluppo di circa 400 metri lineari, vengono registrati spostamenti fino a 16 cm/giorno.

Dopo qualche settimana, con il ristabilirsi delle condizioni di drenaggio all'interno del corpo di frana, ben evidenziate da emergenze d'acqua al contatto roccia-detrito, i movimenti torneranno nella norma e la popolazione di Pollein (860 persone) potrà rientrare nelle proprie abitazioni.

### **B - Vollein**

Un settore del fianco sinistro della grande deformazione gravitativa profonda della Croce di Fana in comune di Quart si riattiva per erosione al piede causata dalle acque del torrente St. Barthélemy, affluente di sinistra di una certa importanza del fiume Dora Baltea. Le scarpate di neoformazione, per erosione rimontante, risalgono il versante per parecchie centinaia di metri, mentre il materiale franato, costituito prevalentemente da grossi blocchi di detrito misto a lembi di depositi glaciali, va ad incrementare in modo determinante il trasporto solido del torrente (**Figura 3.57** ◆). Il conoide terminale, sul quale sorge l'abitato di Nus, viene così interessato per quasi 36 ore ininterrotte da un'impressionante piena torrentizia iperconcentrata che causa gravissimi danni al centro abitato costringendo all'evacuazione circa 1500 persone.

### **C - Chervaz**

Una serie di sopralluoghi effettuati nei giorni successivi all'evento permette di individuare una vasta porzione di versante in movimento sul fianco destro della valle principale della Dora Baltea, a cavallo tra i comuni di Fenis e di Chambave. Il settore, completamente boscato, evolve attraverso fenomeni di crollo e di compressione nella porzione inferiore, sovrastante la frazione di Septumian, mentre quella superiore risulta interessata da profonde fratture del substrato e da scivolamenti di estese porzioni di settori boscati (**Figura 3.58** ◆).

L'estensione dell'area, nella quale un sistema di controllo speditivo sollecitamente messo in opera ha evidenziato spostamenti superficiali cumulati dell'ordine dei 20 cm, è di circa 6 ha.

**Figura 3.57** ◆

*Scarpate di neoformazione lungo il fianco destro della grande deformazione gravitativa di Croce di Fana, originate per intensa attività erosiva dalle acque di piena del torrente Saint Barthelemy (vista verso valle).*



**Figura 3.58** ◆

*Bosco a conifere completamente traslato nella parte superiore della frana di Chervaz (comuni di Chambave e Fenis).*

**Figura 3.59** ◆

*Vista frontale della frana della Tête du Bois de Quart nel bacino del torrente Citrin (tributario del torrente Artanavaz valle del Gran S. Bernardo). Sono ben visibili le fessure di trazione perimetrali, nonostante la nevicata precoce, e i tre canali che vengono alimentati dalla porzione inferiore e più attiva della frana.*



## Valpelline

### D - Tête du Bois de Quart

In coda all'evento alluvionale, sul versante destro del vallone di Citrin (comune di St. Rhemy-en-Bosses) compaiono in rapida successione fessure arcuate a più livelli altimetrici corrispondentemente ad un settore disarticolato di un'ampia deformazione gravitativa profonda che coinvolge le unità del Complesso del Gran S. Bernardo. Nella parte inferiore e più attiva dell'area in frana la frazione detritica fluisce verso valle impegnando tre ripidi canali con conseguente innesco di fenomeni di trasporto lungo l'asta torrentizia e sul conoide terminale (**Figura 3.59** ◆). A scopo precauzionale vengono fatti sgomberare alcuni nuclei abitati all'inserzione del torrente Citrin nella valle del torrente. Artanavaz.

### E - Closellinaz

Una frana con un fronte di alcune centinaia di metri e superficie di scivolamento rotazionale a profondità comprese tra 20 e 40 m dal piano campagna si sviluppa in comune di Roisan lungo il basso corso del torrente Buthier, qualche chilometro prima dello sbocco sul grande conoide sul quale sorge il capoluogo regionale Aosta. Lo scalzamento al piede, operato dalle acque del torrente in piena, destabilizza una situazione critica, già nota, per difficoltà di drenaggio di un settore di versante con substrato fortemente tettonizzato e ricoperto da depositi glaciali. Il movimento coinvolge dapprima l'importante oleodotto internazionale Genova-Aigle (Svizzera), causandone la chiusura e il successivo spostamento sul versante opposto, e poi il centro abitato di Closellinaz le cui abitazioni vengono sgomberate. La dinamica del fenomeno fa temere uno sbarramento temporaneo del corso del torrente Buthier, costringendo ad un monitoraggio continuo dei movimenti della frana.

## Val di Cogne

### F - Champlong

Senza alcun preavviso un grandioso scivolamento di depositi di versante, prodottosi in sinistra idrografica del torrente Urtier fra le località Lillaz e Champlong, coinvolge una vasta estensione di depositi fluvioglaciali facendoli traslare con un movimento di tipo planare su deboli pendenze per alcune centinaia di metri verso valle, fino alla temporanea ostruzione del torrente Urtier (**Figura 3.60** ◆ - **Figura 3.61** ◆). Il volume della massa in movimento, che interessa un versante fortemente boscato e non antropizzato, è valutato in oltre 100.000 m<sup>3</sup>.





**Figura 3.60** ◆ **Figura 3.61** ◆

Versante sinistro del Vallone di Urtier tra i nuclei abitati di Lillaz (sin., est) e di Champlong in comune di Cogne. La frana di sbarramento dell'ottobre 2000, che si è aperta a ventaglio sul fondovalle, ha sensibilmente modificato il paesaggio, come risulta dall'eloquente confronto con un'immagine ripresa nel 1993. Nell'angolo in alto a sinistra è riconoscibile anche l'accumulo di una grande frana di crollo che si dice essere caduta nel secolo XVIII. (Conc. n. 1758 del 18.10.2000 Min. Difesa-Aeronautica)



Successive indagini geognostiche hanno permesso di evidenziare una superficie di scivolamento, a circa 20 metri di profondità, costituita dall'interfaccia tra i sedimenti fluviolacustri sabbioso-limosi ed i sottostanti limi glaciali. Si sono osservati fenomeni di liquefazione dei livelli sabbiosi all'interno della successione fluviolacustre a causa dell'elevatissimo contenuto d'acqua presente (Baggio et al., 2001).

### **G - Gimillan**

A monte di questa importante frazione di Cogne estesi scivolamenti rotazionali si sono prodotti lungo il fianco sinistro di un impluvio che solca un settore soggetto a deformazione gravitativa profonda entro il Complesso dei Calcescisti. Il materiale franato in alveo va ad alimentare una imponente colata detritica che investe parzialmente l'abitato sottostante.

### **Valle del Lys**

#### **H - Bosmatto**

Si riattiva l'antica e complessa frana di Bosmatto (o Mussolier) sul versante sinistro del piccolo bacino del torrente Letze in comune di Gressoney-Saint-Jean. Il movimento, sottolineato dalla comparsa di una lunga fessura perimetrale, coinvolge tanto un vasto accumulo detritico a grossi blocchi che il settore boscato adiacente, per un

**Figura 3.62** ◆

Vista d'insieme della frana complessa di Bosmatto (limite giallo) sul versante sinistro del bacino del torrente Letze (Gressoney Saint Jean).

Si possono osservare la profonda erosione prodotta dal corso d'acqua sia al piede della frana che sul versante opposto e, in stretta continuità, il conoide estesamente alluvionato.



volume stimato in alcuni milioni di m<sup>3</sup>.

Profondamente erosa al piede la frana fornisce alle acque del torrente gran parte del carico solido (stimabile in non meno di 200.000 m<sup>3</sup>) che sarà abbandonato sul conoide, qualche centinaio di metri più a valle. Il fronte della colata, accompagnato da un boato, investe un complesso residenziale con effetti distruttivi e danneggia anche l'antico nucleo di Bosmatto (Figura 3.62 ◆).

L'evento presenta singolare coincidenza del periodo stagionale, della tipologia dei fenomeni d'instabilità e della gravità degli effetti con il disastro del 18 ottobre 1846, così descritto dalle cronache del tempo *"..Le torrent de Litze, à Bosmatto...il a presque enseveli diverses habitations et couvert les plus belles propriétés d'une enorme quantité de pierrailles, qui empêcheront la culture à l'avenir. Ce malheureux hameau est encore menacé de la chute d'une partie de la montagne qui le domine et qui, ayant de grosses crevasses, s'est déjà abaissée de plusieurs mètres..."* (Pleod, 1846; Chiarle & Mortara, 2001).





### **Commento**

Il ruolo morfogenetico delle frane collegate all'evento di ottobre 2000 in Valle d'Aosta, al pari del contributo solido fornito alla rete idrografica, è stato di notevole intensità, anche se nel tempo alcune forme perderanno di evidenza. Sicuramente permanente rimarrà l'accumulo che ha parzialmente occluso il fondovalle a Champlong presso Cogne, un'altra testimonianza delle profonde modificazioni ambientali producibili dalle frane di sbarramento che richiama alla memoria quella della Becca di Luseny in alta Valpelline dalle conseguenze catastrofiche e di cui è da poco ricorso il cinquantenario (8 giugno 1952).

A fronte dei vistosi effetti prodotti, la frana di Champlong non presenta al momento motivi di particolare preoccupazione potendo considerare sostanzialmente esaurita la sua attività, salvo il prevedibile riequilibrio delle scarpate in nicchia di distacco, zona peraltro non antropizzata. Diverso è invece il caso delle altre frane descritte, potenzialmente più pericolose per motivi di energia del rilievo, tipologia di meccanismi di movimento e volumi in gioco: all'evoluzione di queste frane andrà pertanto dedicata adeguata attenzione, non potendosi escludere, in caso di ulteriori riattivazioni, nuove interferenze con la rete idrografica e con il tessuto antropico.