



EVENTI ALLUVIONALI IN PIEMONTE

13 - 16 OTTOBRE 2000

Premessa

Analisi meteorologica ed idrologica

Processi di instabilità idrogeologica
ed effetti associati

Contributi specifici

Cartografie tematiche

Torino, Ottobre 2003



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.

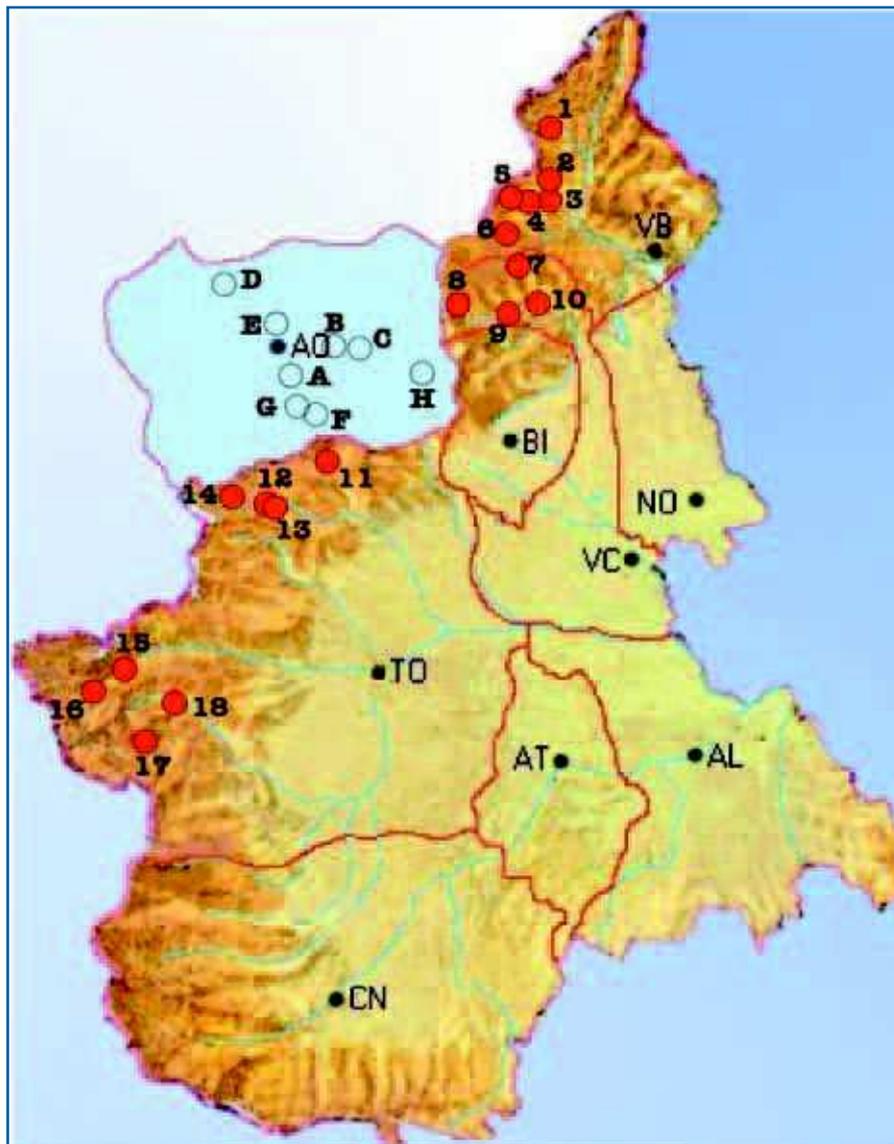
L'attività che caratterizza i grandi fenomeni franosi generalmente si esplica con cicli di quiescenza, di norma abbastanza lunghi, cui si alternano brevi periodi di ripresa del movimento. Questo tipo di comportamento, per una serie di ragioni intrinseche alle caratteristiche dei feno-

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.



meni 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-

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 m².

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 m³.

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 m³ 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 m³ distruggono in quattro punti la strada di collegamento per Mondelli e raggiungono la strada statale. Uno dei blocchi, circa 30 m³, 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

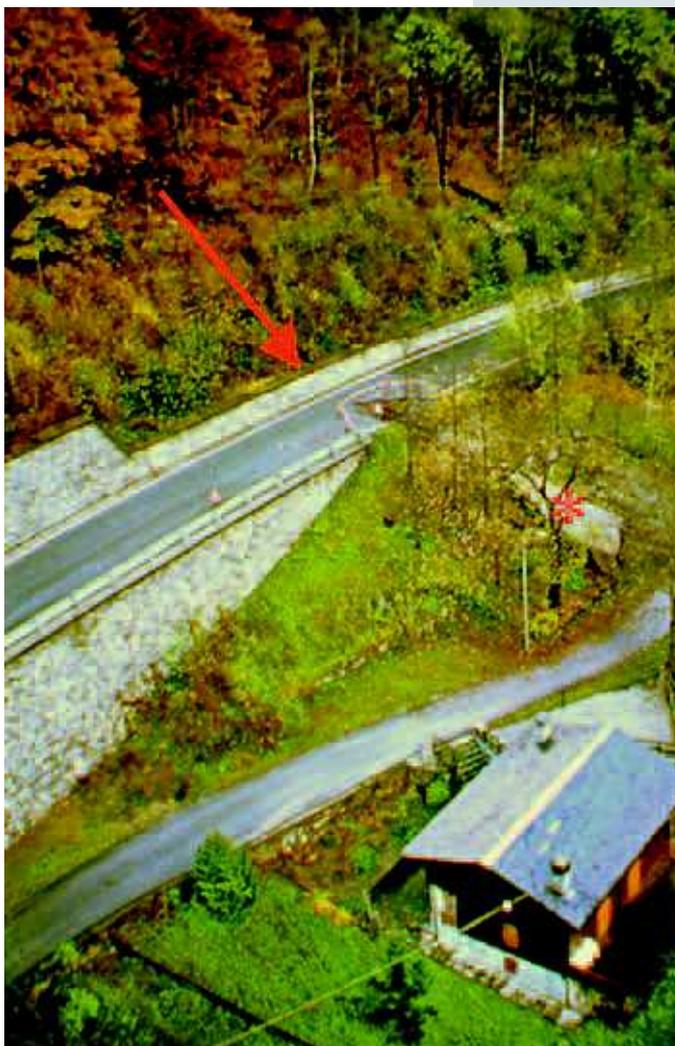


Figura 3.18 ◆
La fotografia mostra un blocco tabulare del volume di alcune centinaia di metri cubi che, nelle prime ore del giorno 16/10/00, ha raggiunto la S.S. 549 arrestandosi presso un'abitazione.

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 m³, si stacca arrestandosi presso la strada statale;
- il 6 novembre alle ore 13.30 un blocco di circa 10 m³ 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 m³ danneggia e supera la strada; altri due massi aventi volumi di circa 1 m³ 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 m³ 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 m³ 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 m³ (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 m³ 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-Prequartera.

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 Prequartera e la frazione di Campioli è da sempre noto agli abitanti per i ripetuti fenomeni di caduta massi.

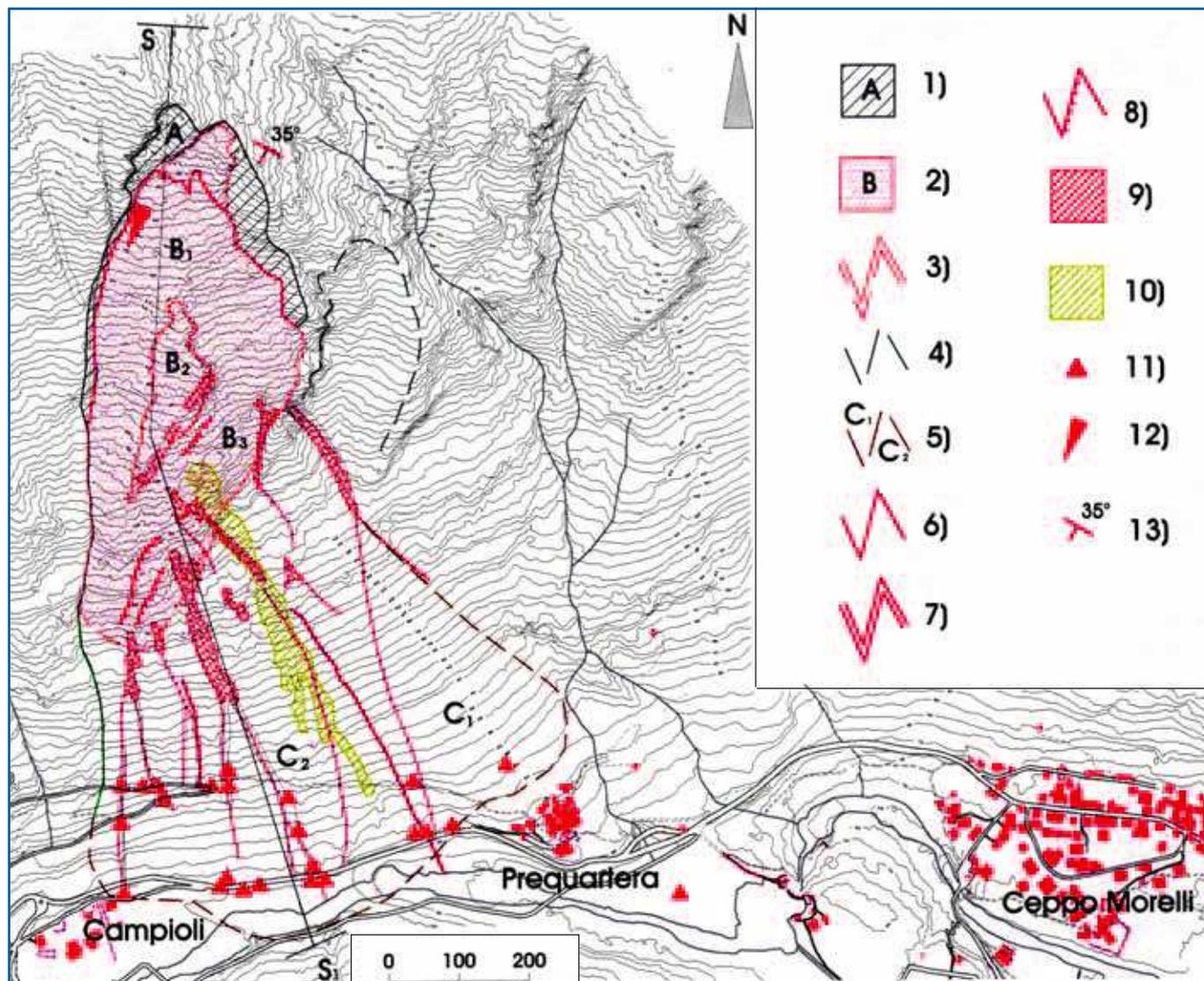


Figura 3.20 ◆

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 km², con un volume complessivo stimabile in 5-6 Mm³. 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.

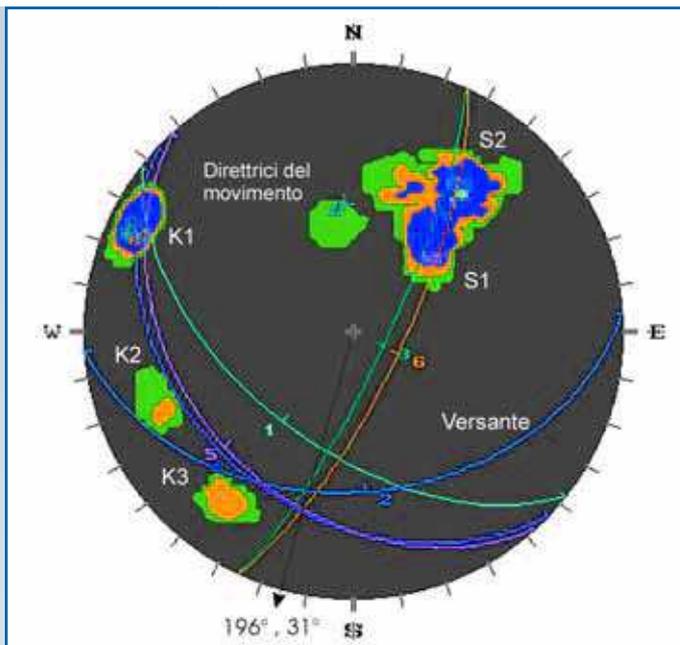
La ripresa aerea del '70 ha permesso una discreta analisi dell'ammasso roccioso e delle sue caratteristiche strutturali, in quanto la copertura boschiva del tempo non era così sviluppata come ora. Sul volo del settembre '78 sono invece ben documentati i fenomeni di attività della frana risalenti all'evento 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 B₁, B₂, B₃.

Un settore centrale (B₂), 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 (B₁) che fascia a monte e lateralmente il settore (B₂), 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 Mm³ 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 ~ 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 cinematicismi 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 B₃, 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 B₃, 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 B₃, per un volume di circa 1 Mm³. 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-

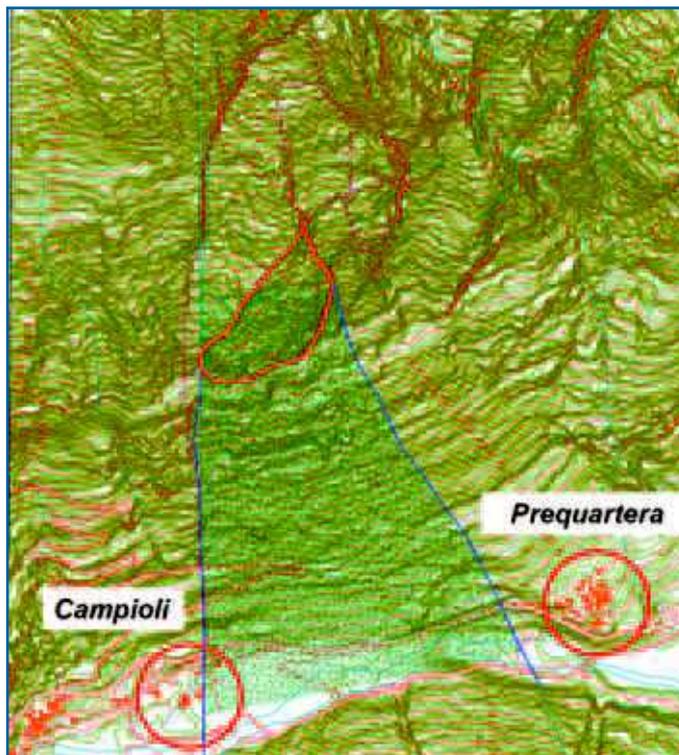


Figura 3.22 ♦
Valutazione, tramite il metodo proposto da Hungr (1995) della possibile area di invasione in caso di distacco di parte del settore B₃ (circa 1Mm³) (modificato dalla tesi di laurea di M. Pirulli, Politecnico di Torino, 2001)

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.

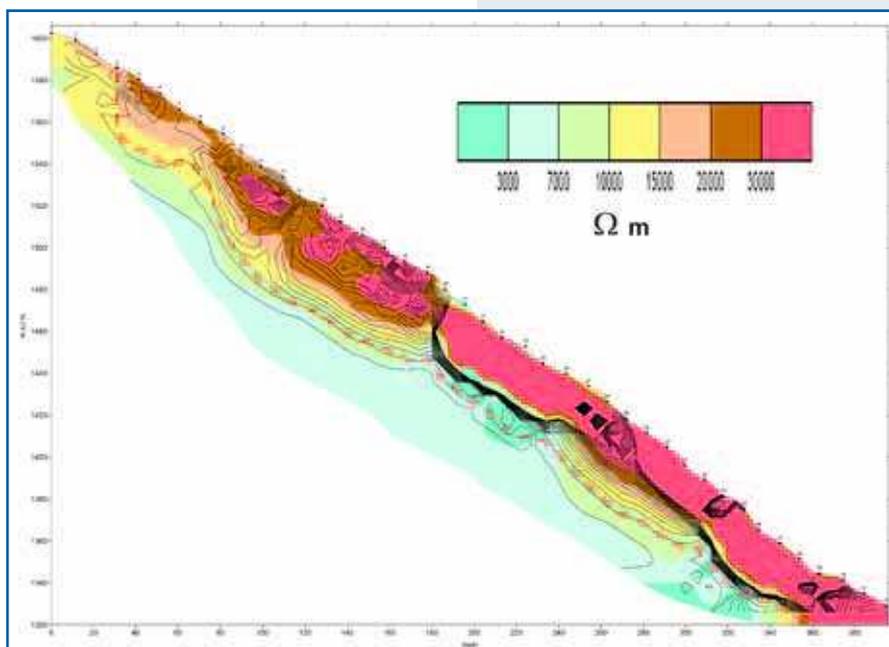
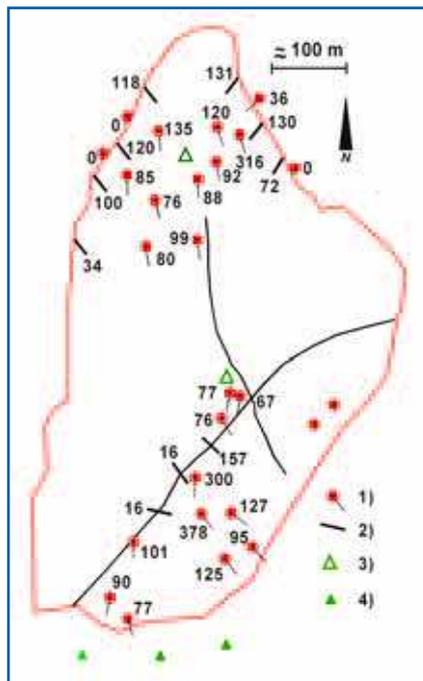


Figura 3.24 ◆

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).

