

SCHEDE DETTAGLIATE
FICHES DETAILLEES

LA FRANA DEL “CASSAS” Salbertrand, Val di Susa



La frana del Cassas in una ripresa effettuata dal versante opposto (1982).

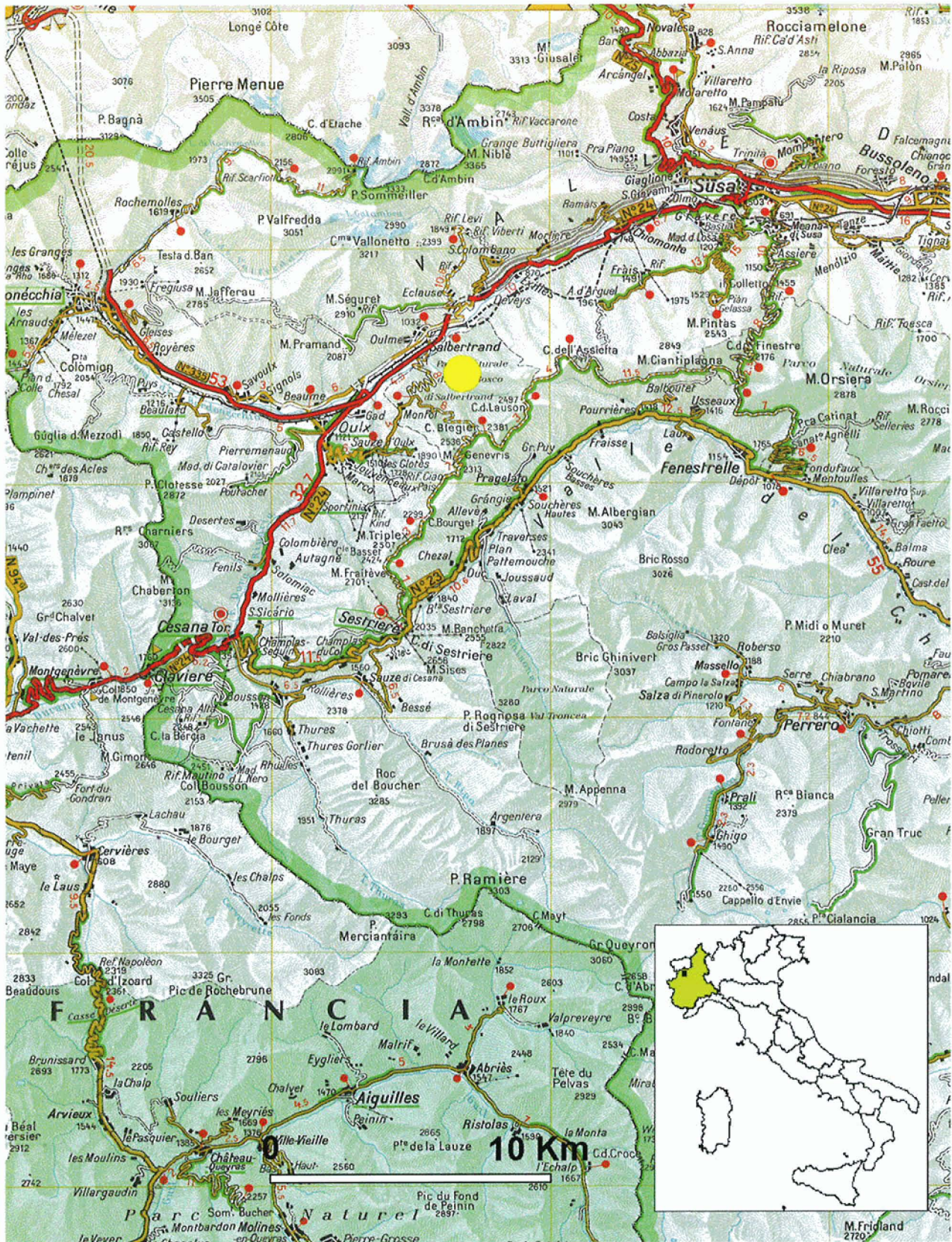


Fig. 1. Ubicazione del sito del Cassas entro il fianco destro della Valle di Susa, Alpi Occidentali.

INTRODUZIONE

Il fenomeno franoso qui esaminato, denominato *Frana del Cassas*, si colloca nell'ambito più generale dell'instabilità, in atto da tempi remoti, del versante destro della valle di Susa fra Chiomonte e Salbertrand, che presenta nel suo complesso caratteristiche lito-strutturali omogenee.

Tale versante, impostato in rocce della Formazione dei Calcescisti con Pietre Verdi, si mostra, così come lo spartiacque Mottas - Assietta - Gran Serin e, in misura minore, il retrostante versante Chisone, diffusamente e profondamente coinvolto da fenomeni gravitativi detti deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), dei quali molte frane, come quella del Cassas, sono marginale e fisiologico risultato evolutivo.

Lo stesso termine *cassas* o *casas*, adoperato da tempo indefinito per indicare la zona, deriva con ogni probabilità dal francese «casser», cioè rompere; nella letteratura naturalistica italiana si può incontrare il termine «cassere», impiegato per definire «accumuli voluminosi di detrito».

La Frana del Cassas si sviluppa, con una superficie di circa 500.000 mq, sul versante destro orografico della Valle di Susa, con esposizione NW in corrispondenza del centro abitato di Salbertrand (fig. 1). Il fenomeno coinvolge il versante su di un dislivello di circa 900 m, giungendo dai 1000 m di quota del fondovalle sino a circa 1900 m di quota in corrispondenza della cresta spartiacque. Il fondovalle è percorso da importanti vie di comunicazione. La strada statale, la linea ferroviaria e, da qualche anno, l'autostrada del Frejus, dotata in questo punto di un'ampia stazione di servizio.

I. ANALISI STORICA

L'analisi storica è consistita in una raccolta e nella valutazione di documenti di archivio e nella acquisizione di testimonianze dirette.

Le principali fonti sono state:

- 1) Documenti forniti dal Consorzio Forestale - Oulx;
- 2) documenti forniti dal Corpo Forestale - Oulx;
- 3) testimonianza diretta del sig. Bacon, residente a Salbertrand, dove ha rivestito la carica di Sindaco.

In termini di affidabilità si può affermare che le fonti 1 e 2 forniscono descrizioni precise anche se di insufficiente livello tecnico mentre la fonte 3 risulta di scarsa precisione a causa di deficienze di tipo mnemonico e comporta quindi interpretazione della testimonianza verbale.

Per quanto riguarda i riferimenti di ordine storico, si constata che la frana del Cassas, non avendo danneggiato o minacciato cose e persone, risulta documentata in modo frammentario e le prime indicazioni risalgono a tempi relativamente recenti.

Per quanto riguarda invece più in generale l'assetto dell'intero versante destro orografico della Val di Susa fra Chiomonte e Salbertrand la prima testimonianza scritta si riferisce all'alluvione del **20 maggio 1728** in Val di Susa. In corrispondenza di tale alluvione è annotata in alcuni documenti (Bogge, 1975) la formazione di un bacino lacustre nella piana di Salbertrand a monte del Serre de la Voute, provocata dall'ostruzione dell'incisione a causa di una frana originatasi dal versante destro, all'altezza delle «Case Sapè di Salbertrand» (Frana della Testa di Mottas, n.d.c.).

Nel **secolo scorso** l'instabilità del versante destro fra Chiomonte e Salbertrand venne constatata nel corso della costruzione delle gallerie ferroviarie. M. Baretto (1881), incaricato di descrivere l'assetto strutturale di tale versante, ne attribuì l'instabilità a processi di «discioglimento» verificatisi a spese delle formazioni carbonatiche (le coperture dell'Ambin), affioranti alla base del versante, sulle quali si trovano sovrapposti i calcescisti. Secondo l'opinione dell'Autore tali processi di «discioglimento» dovevano essere favoriti dallo stato di intensa fratturazione dei calcescisti, in grado di convogliare le acque in profondità; la degradazione delle unità carbonatiche poste in profondità doveva essere quindi all'origine del collasso dei versanti.

Testimonianze di osservazioni che si possono far risalire agli anni **1920-1930** riferiscono di piante inclinate e danneggiate; solitamente i settori di bosco danneggiati venivano asportati: ciò sarebbe avvenuto negli anni **1935-1940** presso il versante attualmente interessato dalla frana, in corrispondenza del cosiddetto «Bosco Chapel».

Sino almeno al **1954** tutti i sentieri sarebbero risultati percorribili, né dal fondovalle sarebbero risultate visibili superfici di movimento recenti.

Durante il **1954** si sarebbe verificato, in fasi successive, un «imponente movimento franoso», secondo quanto si ritrova riportato in un documento reperito presso il Consorzio Forestale di Oulx.

Nell'ottobre del **1955** si verifica una riattivazione del movimento che coinvolge, secondo quanto riscontrato in un documento del Corpo Forestale dello Stato, una «superficie boscata ad alto fusto resinoso di almeno 10 ettari».

Nel periodo compreso fra il **12 ed il 14 giugno 1957** si verifica in Val di Susa una imponente alluvione, che provoca ingenti danni in tutta la valle. La «frana del Cassas» raggiunge proporzioni analoghe alle attuali.

Riattivazioni successive del fenomeno vengono segnalate da alcuni documenti (**febbraio 1958** - Consorzio Forestale dello Stato): segnalazione dello sradicamento di circa 150 piante nel canalone «Iretta» e dell'abbassamento di alcuni metri della sorgente dell'omonimo rio.

Il confronto fra riprese fotografiche risalenti ai giorni dell'alluvione e le foto aeree del 1963, dimo-



Fig. 2. Vista generale della frana del Cassas in una ripresa del 1965, al termine della fase critica dei movimenti (1950-1965).

stra il persistere di notevoli movimenti dopo il parossismo del giugno 1957, come indicato dall'ulteriore ampliamento della superficie interessata dal processo di colamento (fig. 2).

2. DOCUMENTI TECNICI DISPONIBILI

2.1. Carte topografiche

- I.G.M. - F. 54 Bardonecchia (scala 1:100000).
- I.G.M. - F. 132-152-153 Bardonecchia (scala 1:50000).
- I.G.M. - F. 54 II NE - Oulx (scala 1:25000).
- C.T.R. Salbertrand 153110 (scala 1:10000).
- C.T. PROV. TORINO - 153112 (scala 1:5000, fotorestituita, anno 1990).
- I.G.C. - 1: Valli di Susa, Chisone e Germanasca (scala 1: 50000, turistica).
- SITAF - Carta della Frana del Cassas (scala 1:2000, fotorestituita, anno 1990).

2.2. Carte tematiche

- SERVIZIO GEOLOGICO - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 - Foglio 54 Oulx (Rist. 1960).
- REGIO UFFICIO GEOLOGICO - Carta Geologica delle Alpi Occidentali alla scala 1:400000 (1908).
- ENEL (1981) - Carta degli Elementi di Neotettonica del Territorio Italiano, scala 1:500000.
- CNR (1984) - Neotectonic Map of Italy, scala 1:500000. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- CNR (1984) - Structural Model of Italy, scala 1:500000. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- CNR (1984) - Gravity Map of Italy, scala 1:500000. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- REGIONE PIEMONTE (1990) - Banca Dati Geologica, Carta Tematica delle Frane alla scala 1:100000 - F.54 Bardonecchia.
- REGIONE PIEMONTE (1990) - Banca Dati Geologica, Carta delle frane del territorio piemontese alla scala 1:250000.
- REGIONE PIEMONTE (1990) - Banca Dati Geologica, Carta dei movimenti gravitativi delle alte valli di Susa e Chisone - scala 1:25000 (fig. 3).
- REGIONE PIEMONTE (1990) - Banca Dati Geologica, Carta litologica alla scala alla scala 1:100000 - F.54 Bardonecchia.
- REGIONE PIEMONTE (1990) - Banca Dati Geologica, Carta litologica del territorio piemontese alla scala 1:250000.

2.3. Documentazione fotografica

- Volo Gay (1954), IGM/AMS, scala 1:50000, b/n.
- Volo Frana Salbertrand (1963), scala 1:20000 circa, colore.
- Volo Frana Salbertrand (1978), scala 1:20000, colore.
- Volo Ferretti (1979), Compagnia Riprese Aeree Parma, scala 1:13500, colore e infrarosso.
- Volo Rossi, Vicenza (1986), scala 1:35000 circa, b/n.

Esiste abbondante documentazione fotografica da terra, in parte ancora da esaminare in quanto in possesso di abitanti del luogo, relativa all'evento alluvionale del giugno 1957.

Riprese recenti (1980-1994) sono conservate presso l'Archivio del Settore Geologico della Regione Piemonte.

2.4. Pubblicazioni

Di ogni documento è stata elaborata una scheda riassuntiva completa (Sistema Informativo Geologico - programma NEWGEO) di cui si fornisce un esempio riportato in figura 4. Ad ogni scheda è associato un giudizio di sintesi sui documenti in merito alla loro affidabilità.

- PERETTI L. (1967), *Collegamento autostradale del traforo del Frejus con Torino*. La Rivista della Strada, anno 36, n. 310.
- PERETTI L. (1969), *Premesse geoapplicative per la realizzazione coordinata dell'autostrada Torino-Oulx e della sistemazione Idrogeologica della Valle di Susa*. Cronache da Palazzo Cisterna, Periodico della Provincia di Torino, n. 1, 1969.
- PUMA F., RAMASCO M., STOPPA T. & SUSELLA G. (1989), *Movimenti di massa nelle alte valli di Susa e Chisone*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 391-399.

2.5. Documenti tecnici

- AA.VV. (1990), *Banca Dati Geologica, a cura del settore prevenzione del rischio geologico, meteorologico e sismico*. Regione Piemonte - C.N.R. - I.R.P.I.
- STUDIO GEOLOGICO EPIFANI (1991), *Studio geologico e geomorfologico del versante a monte delle aree di servizio di Salbertrand*. SITAF, doc. inedita Arch. Servizio Geologico Regione Piemonte.
- GEODATA s.p.a. (1993), *Interventi di sistemazione del versante destro a protezione delle aree di servizio di Salbertrand. Stralci funzionali del progetto esecutivo*. SITAF, doc. inedita Arch. Servizio Geologico Regione Piemonte.
- RAMASCO M. & SUSELLA G.F. (1978), *Studi geologici per il collegamento stradale tra il traforo del Frejus e Torino (tratto Bardonecchia-Susa)*. Reg. Piem., Dip. Org. e Gest. del territorio.

3. CONTESTO GEOLOGICO

3.1. Contesto geologico regionale

Aspetto litologico

La Valle di Susa, analogamente a quanto si verifica nelle valli principali delle Alpi Occidentali, presenta una direzione all'incirca E-W.

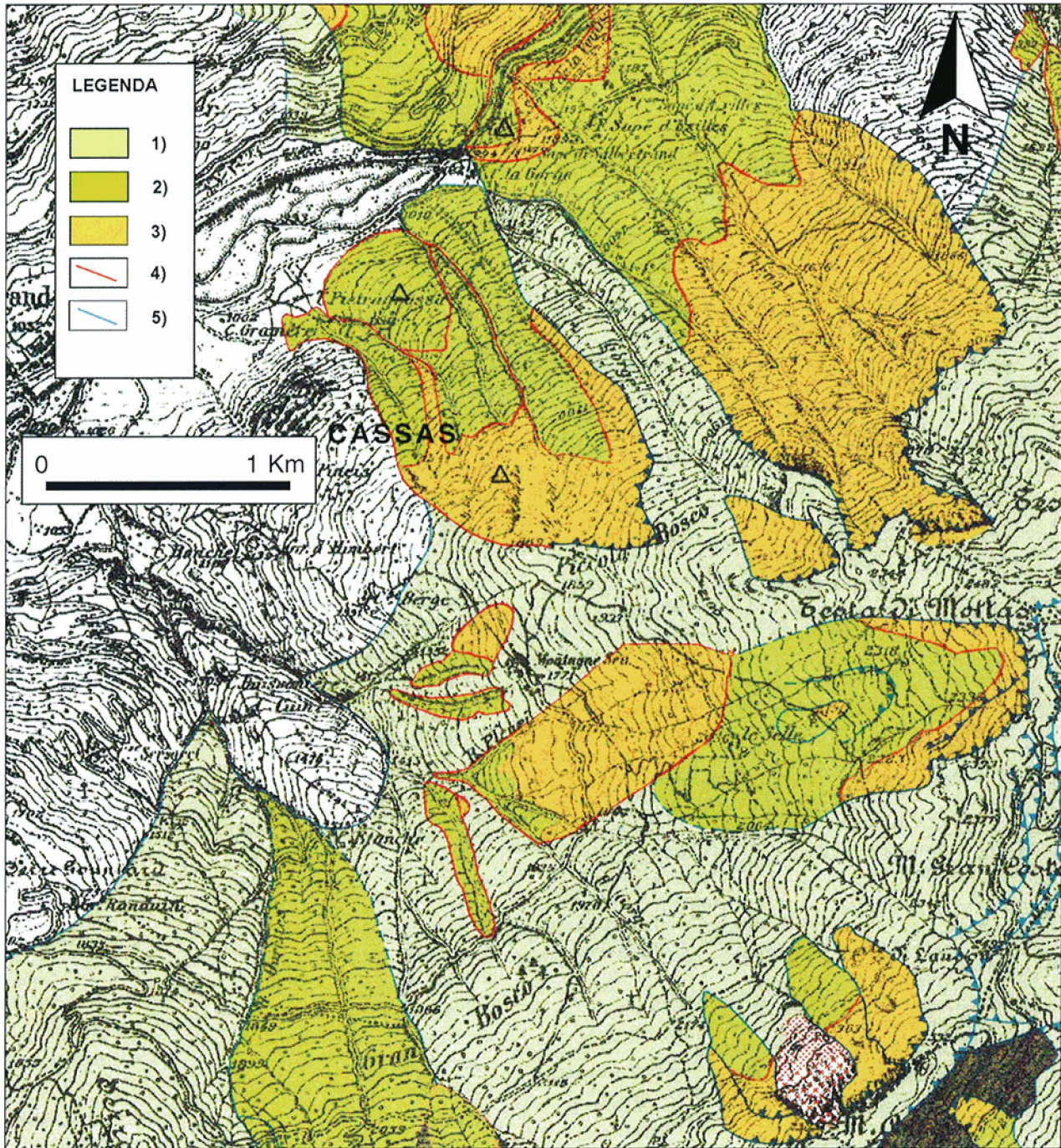


Fig. 3 - Estratto della Carta dei movimenti gravitativi delle alte valli di Susa e Chisone in scala 1:25.000 - (Puma et al., 1990), Sistema Informativo Geologico, Regione Piemonte.

Legenda: 1) settore di versante caratterizzato da elementi morfologici che indicano presenza di movimenti per deformazione gravitativa profonda; 2) movimento prevalente per colata di materiale sciolto derivante da altro fenomeno gravitativo; 3) movimento prevalente per scivolamento lungo superfici di taglio prevalentemente circolari; 4) limite di settore con indizi di movimento recente; 5) limite di settore quiescente o caratterizzato da movimenti estremamente lenti.

Regione Piemonte

SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO

Sistema Informativo Geologico - Documentazione

Stampa del 03-10-1997 - Sede: Torino

Informazioni a carattere generale

Codice scheda: 00489
Tipo documentazione 07 Pubblicazione
Argomenti, 01 Geologia

Titolo: RELATIONS LITOSTRATIGRAPHIQUES ET TECTONIQUES ENTRE LES SERIES MESO-ZOIQUES DE LA BORDURE SUD-OUEST DU MASSIF D'AMBIN (ALPES OCCIDENTALES)

autore: Allenbache B., Caron J.M.
anno: 1986
da: Eclog. Geol. Helv., Vol. 79/1, pagg. 75-116. N. 21 ff.

Abstract. Vengono presentate sei successioni litostratigrafiche lungo il margine sud-occidentale del Massiccio d'Ambin, riferibili ai domini rispettivamente ultrabrianzonese e piemontese. L'analisi strutturale permette inoltre la separazione delle tre fasi deformative.

Indice. Introduction, litostratigraphie des series mesozoiques, analyse tectonique, conclusion, bibliographie.

Allegati 03 Geologia-strutturale, stratigrafia, geolitologia
09 Topografico

Descrizione allegati

- 09 fig. 1 localizzazione delle sezioni studiate
03 n. 6 figure sezioni stratigrafiche nella copertura mesozoica del massiccio d'Ambin
fig. 8 ricostruzione del limite brianzonese-piemontese nel Lias e nel Malm
fig. 9 schema strutturale del margine sud-occidentale del massiccio d'Ambin
fig. 10 panorama del versante SW del massiccio d'Ambin e localizzazione dei principali contatti tettonici
fig. 11 aspetto mesoscopico delle strutture dei calcescisti
fig. 12 aspetto mesoscopico nelle coperture del massiccio d'Ambin
fig. 13 carta delle lineazioni e degli assi di piega nel massiccio d'Ambin
n. 5 figure analisi strutturale nei calcescisti
fig. 20 carta geologica del settore Vallonetto-Sommeiller
fig. 21 profili lungo il margine S-W del massiccio d'Ambin

Localizzazione geografico amministrativa

Coordinata X minima: 317887
Coordinata Y minima: 498159
Coordinata X massima: 334387
Coordinata Y massima: 5002909

Area coperta (in ettari): 25987,500

Caratteristiche tecniche

Osservazioni: Interreg Cassas
Autore: Brovero M., Raffone S.
Data ultimo aggiornamento: 28-02-1994

C.S.I. - Piemonte

Fig. 4. Esempio di una scheda riassuntiva relativa a pubblicazione archiviata entro il Sistema Informativo Geologico della Regione Piemonte, archivio Documentazione.

Dalla testata allo sbocco l'incisione valliva attraverso rispettivamente il Massiccio dell'Ambin, il Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi ed il Massiccio Dora-Maira.

Il segmento vallivo compreso fra Chiomonte ed Ulzio, che si orienta secondo una direzione NE-SW, è posto in corrispondenza del contatto fra il Dominio Brianzonese e quello Piemontese, rappresentati rispettivamente dal Massiccio dell'Ambin e dal Complesso dei Calcescisti con pietre verdi.

Il Massiccio dell'Ambin.

Compreso fra la valle dell'Arc a Nord e la valle della Dora Riparia a Sud, il Massiccio dell'Ambin, classicamente riferito al Dominio Brianzonese, rappresenta l'affioramento di un basamento polimetamorfo sotto forma di finestra tettonica entro il Dominio Piemontese delle Alpi Occidentali (fig. 5). Il basamento cristallino del massiccio risulta costituito da due sequenze metamorfiche, la Serie di Clarea e la Serie di Ambin, considerate rispettivamente di età carbonifera (o pre-namuriana) e permiana (Callegari et al., 1980, con bibl.). La Serie di Ambin appare formata da metagrovacche e da micascisti feldspatici, con intercalazioni di prasiniti glaucofaniche.

La sottostante Serie di Clarea risulta costituita da litotipi di origine sedimentaria quali micascisti a granato, glaucofane, cloritoide e gneiss arenacei a giadeite, intercalati ad anfiboliti glaucofaniche a granato.

Al di sopra di tale basamento sono presenti formazioni silicee para-autoctone considerate di età stefano-permiana o werfeniana, sulle quali si trovano sovrapposte delle serie mesozoiche alloctone di varia provenienza (Allenbach & Caron, 1986).

La successione di copertura del Massiccio d'Ambin è riferita al Brianzonese interno (sulla base della vergenza interna delle strutture maggiori e per la presenza di una copertura carbonatica mesozoica poco potente) e si sviluppa dal Werfeniano all'Eocene con notevoli lacune di sedimentazione (nel Dogger e nel Cretaceo inf.); la presenza di gessi e carniole attribuite al Keuper (Trias sup.) favorisce lo sviluppo di contatti tettonici importanti (Caron & Gay, 1977).

Presso Exilles tali coperture si presentano secondo la seguente successione, dal basso verso l'alto: micascisti fengitici, micascisti conglomeratici con ciottoli di quarzo, breccie ad elementi silicei, calcarei e dolomitici.

La presenza di abbondanti breccie sedimentarie dolomitico-silicee entro le serie di copertura lungo il margine sud-occidentale del massiccio è stata interpretata come dovuta alla presenza di un margine a forte pendenza, caratterizzato da scarpate di faglia legate alla subsidenza del dominio piemontese durante il Giurassico inferiore (Allenbach & Caron, 1986).

Il Complesso dei Calcescisti con Ofioliti.

Esso presenta una natura composita. Si sono infatti riscontrate nelle Alpi occidentali successioni di calcescisti (età: Giur. sup.-Cret. inf.) con minori intercalazioni di pietre verdi, i quali si ritengono derivati da sedimenti deposti al di sopra del margine continentale europeo (Dominio Piemontese), e calcescisti associati ad estese unità ofiolitiche rappresentanti l'originaria crosta oceanica della Tetide (Dominio Piemontese-Ligure).

Sulla base delle descrizioni fornite dai vari Autori in riferimento ai calcescisti affioranti lungo il margine meridionale dell'Ambin, risulta verosimile attribuire questi ultimi al Dominio Piemontese.

Secondo S. Lorenzoni (1965), i litotipi principali affioranti in corrispondenza del Complesso dei Calcescisti al contatto con il Massiccio dell'Ambin sono:

- calcescisti s.s., costituiti da una continua alternanza di letti calcitici e fengitici;
- calcescisti filladici o filladi calcarifere, che si differenziano dai precedenti litotipi per i diversi rapporti quantitativi dei minerali costituenti;
- calcari cristallini, di colore grigio-bruno sulla superficie esposta e grigio alla frattura;
- micascisti feldspatici a fengite e clorite talora granatiferi, dalla scistosità marcata e di colore grigio chiaro;
- prasiniti (n.d.c.: presso la Frana del Cassas sono state trovate invece esclusivamente serpentinite).

Geodinamica interna

Il Massiccio dell'Ambin.

Il Massiccio dell'Ambin risulta strutturato, secondo studi recenti, da tre unità a deformazione omogenea separate da altrettanti contatti tettonici a vergenza interna; lungo un profilo tracciato attraverso il massiccio da est a ovest si incontrano rispettivamente (Allenbach & Caron, 1986):

- 1) una unità di calcescisti;
- 2) una unità comprendente la serie parautoctona, le serie a megabreccie e alcune lame di calcescisti intercalate;
- 3) il basamento del massiccio e la sua copertura autoctona e parautoctona, fra le quali si trovano talora interposti lembi di calcescisti.

Il massiccio si presenta complessivamente come un'ampia cupola: nella parte alta le superfici principali di correlazione (scistosità o superfici litologiche) mantengono una giacitura suborizzontale, mentre abbassandosi in quota lungo il versante italiano le giaciture presentano una immersione verso SSE con inclinazione via via più accentuata. Le strutture più importanti a grande scala sono (Lorenzoni, 1965 - fig. 5b):

- le pieghe della Rognosa d'Etiache, con assi immergenti verso SW con inclinazione di 30°;

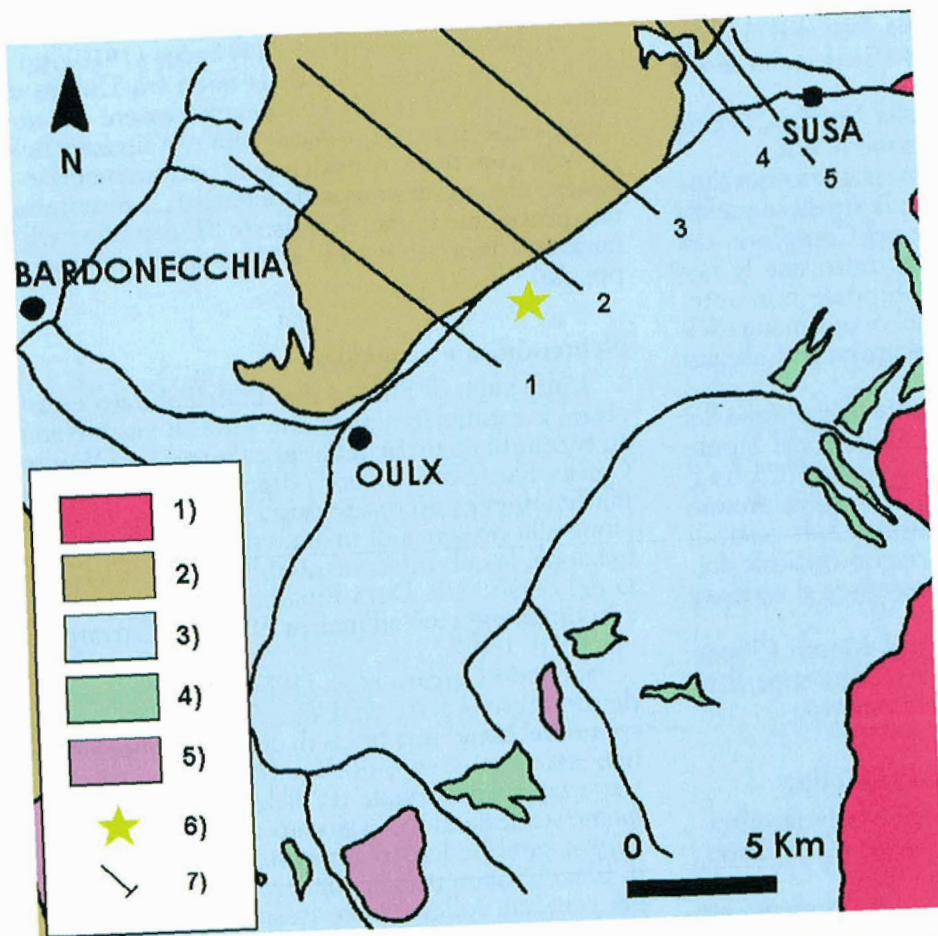
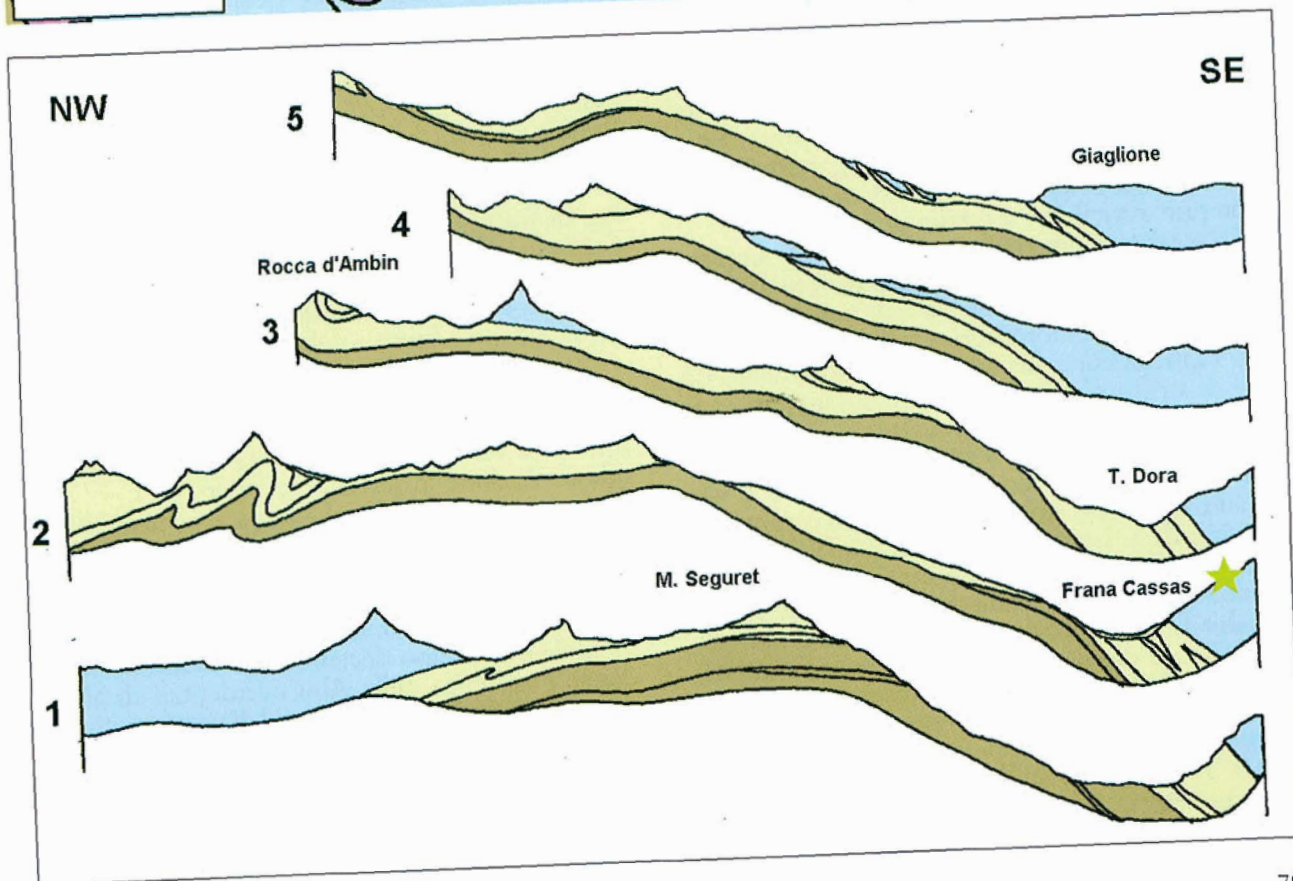


Fig. 5. Schema geo-tettonico del settore delle Alpi Occidentali nell'area delle alte Valli Susa e Chisone.

Legenda: 1) Massiccio del Dora-Maira; 2) Zona Brianzonese (serie di Ambin e Clarea); 3) Zona piemontese dei calcescisti; 4) Zona piemontese: principali massicci ofiolitici; 5) Zona piemontese: unità di margine continentale; 6) frana del Cassas; 7) sezioni geologiche (da Martin S. e Polino R., 1984; ridisegnato e modificato) (cfr. fig. 5).

Fig. 5b - Profili geologici semplificati attraverso la media e alta Valle di Susa ed il massiccio di Ambin (cfr. fig. 4); (da Lorenzoni, 1965; ridisegnato e semplificato).



– la piega a ginocchio della Rocca d'Ambin, con asse immergente verso N55E ed inclinazione di 15°;

– la sinclinale del Colle della Vecchia, avente asse sub orizzontale con direzione N50E.

Nel Massiccio di Ambin sono state riconosciute tre fasi di deformazione alpina; la stessa sequenza di eventi la si può riconoscere nel Complesso dei Calcescisti, a testimonianza del fatto che le fasi alpine riconoscibili si sono sviluppate non anteriormente alla messa in posto del ricoprimento della Zona piemontese su quella brianzonese (Callegari et al., 1980).

In corrispondenza del versante occidentale del Monte Pramand, di quello meridionale del Monte Seguret e nei pressi del punto quotato 3023 fra il M. Seguret e la Cima del Vallonetto lo stesso Autore riscontra una serie di faglie normali sub verticali con direzione media N80W; il rigetto verticale delle faglie è di qualche metro e conferisce al versante una morfologia a gradoni.

Lungo la cresta che collega il Monte Clopac con la cima del Vallone si segnala una superficie di faglia visibile per circa un chilometro.

Il Complesso dei Calcescisti con Ofioliti.

Alla scala mesoscopica vi sono state riscontrate tre generazioni di strutture (Allenbach & Caron, 1986).

Una foliazione S1 appare sempre presente ed è associata a lineazioni che rappresenterebbero le pieghe B1. La S1 risulta ripiegata da successive pieghe B2, associate ad una scistosità di crenulazione S2. Le pieghe di seconda fase presentano un angolo interfianchi di circa 30° e si presentano deformate da pieghe B3 più aperte, associate ad una scistosità di crenulazione S3, la cui orientazione può avvicinarsi a quella della S2.

Le pieghe decametriche o di più grande ampiezza rappresentano una quarta generazione di strutture: esse sono raramente visibili macroscopicamente, ovvero nel loro intero sviluppo, ma sarebbero rappresentate alla scala dell'affioramento da serie di strutture asimmetriche parassite; una scistosità S4, dallo stile paragonabile a quello della S3, risulta localmente presente.

Il contatto tettonico fra i calcescisti ed il sottostante massiccio brianzonese è stato osservato e descritto da S. Lorenzoni (1965), il quale mette in evidenza la presenza di laminazioni di potenza variabile fra alcuni decimetri ed alcuni metri, sviluppate di preferenza nei livelli inferiori dei calcescisti, e di estesi ed intensi fenomeni di scagliatura in corrispondenza del contatto.

I calcescisti si pongono in contatto prevalentemente con litotipi di copertura e più raramente con il basamento cristallino; entro i calcescisti in corrispondenza del contatto è possibile riscontrare estese intercalazioni di carniole e gessi.

Le giaciture riscontrate da F. Sacco (1910) lungo la destra idrografica della valle fra Exilles e Salbertrand (su quelle che devono essere presumibilmente superfici di scistosità e/o litologiche) sia nelle coperture, considerate di pertinenza brianzonese che, nei sovrastanti calcescisti, presentano una prevalente immersione verso SE con una inclinazione compresa fra 15° e 50° (superfici a reggi-poggio).

Neotettonica e sismologia.

L'alta valle di Susa, a monte dell'abitato omonimo, è caratterizzata da una serie di vaste frane su entrambi i fianchi della valle (Serre de la Voute, Cassas, Sauze d'Oulx ecc.) (fig. 6). La presenza di tali fenomeni può essere posta fra l'altro in relazione alla presenza di una intensa fascia di deformazione, la cui direzione sarebbe parallela a quella del corso della Dora Riparia fra Susa ed Oulx, con direzione cioè all'incirca NE/SW (Carraro et al., 1979; 1980).

Secondo Carraro et al. (1980) tale lineamento, denominato «*Sistema Ulzio-Mezzenile*» corrisponderebbe ad una fascia di deformazione di tipo neotettonico (ovvero di età tardo pliocenico-quaternaria), caratterizzata da dislocazione essenzialmente verticale. Il ruolo giocato da tale fascia deformativa sarebbe legato al movimento differenziale di blocchi neotettonici che si verifica nell'ambito del generale sollevamento isostatico della catena. Il verificarsi, in molti casi riscontrato, di una stasi del movimento durante l'ultima glaciazione e di una ripresa generalizzata in seguito alla deglaciazione sarebbe la prova che l'attività di tali discontinuità sia effettivamente indotta dal sollevamento isostatico.

Nella vicina Valle Cenischia, un analogo sistema di fratture orientato in senso N-S («*Sistema Cenischia-Nizza*»), cioè nella stessa direzione della valle, condiziona la stabilità del versante sinistro, impostato nei calcescisti; sul versante opposto affiorano i litotipi dell'Ambin (Forno, 1987).

Si verifica quindi in generale che l'intenso stato di fratturazione delle rocce prodotto dall'attività neotettonica può provocare l'isolamento di settori di versante più o meno estesi, passibili di una evoluzione in senso gravitativo.

È quindi verosimile che le fratture presenti sul versante ove è situata la frana del Cassas si siano generate a margine di sistemi di faglia, riscontrabili sul versante opposto della valle.

Gli studi sulla sismicità storica e su quella strumentale nell'ultimo decennio hanno messo in evidenza l'esistenza nelle Alpi occidentali di alcuni distretti sismici, caratterizzati dalla contiguità spaziale dei terremoti e da analogie nello stile sismico, e che possono essere correlati a grandi strutture geologiche sepolte.

Arco sismico brianzonese: concerne un raggruppamento di eventi localizzati lungo il margi-

ne esterno della catena metamorfica, in corrispondenza del fronte pennidico.

Arco sismico piemontese: concerne un raggruppamento di eventi situato lungo la fascia pedemontana (distretti di Cuneo, Pinerolo, Ivrea, Biella), in corrispondenza del lineamento periadriatico e del suo prolungamento meridionale sepolto.

La distribuzione delle aree sismiche sembra connessa alle discontinuità crostali che limitano la parte assiale della catena (caratterizzata da una sismicità relativamente bassa) verso la Zona Elvetico-Delfinese ad Est e verso il Dominio Sudalpino ad Ovest (Polino in Dal Piaz et al., 1992).

Geodinamica esterna

Paleoclimatologia. Nessun elemento

Storia glaciale. L'attuale conformazione morfologica delle valli alpine è il risultato della sovrapposizione di processi di modellamento di carattere fluviale e glaciale. Le valli principali delle Alpi Occidentali si dovevano essere già individuate prima del Pliocene, come dimostrato dalla presenza di depositi sedimentari di età plio-villafranchiana (di ambiente rispettivamente marino e fluviale) in lembi isolati a diverse altezze lungo i versanti.

Come risposta ad una mobilità tettonica non uniforme, il modellamento erosionale risulta caratterizzato da alternanze di periodi di attività e di stasi: durante questi ultimi si verifica la formazione di temporanei fondovalle i quali attualmente si presentano come rotture di pendenza (terrazzi fluviali e glaciali) lungo il versante, tanto più antichi e rimodellati quanto maggiore è la loro altezza rispetto al fondovalle attuale.

Durante il Pleistocene medio e superiore si manifesta nella catena alpina il fenomeno glaciale, per il cui innesco furono determinanti l'aumento delle precipitazioni ed una loro uniforme distribuzione nel corso dell'anno; l'abbassamento della temperatura fu modesto e limitato ad una diminuzione del valore medio estivo. Analogamente al fiume, il ghiacciaio ha approfondito progressivamente il proprio letto come risposta al sollevamento dell'edificio alpino: si sono formati in tal modo i terrazzi glaciali.

I fenomeni di movimento di massa che interessano i versanti delle valli alpine presentano un'età

(ottenuta con metodi di datazione diretta come l'analisi del C14 in tronchi sub fossili o con metodi indiretti) posteriore a quella dell'ultima pulsazione glaciale nel tratto di valle considerato: le frane sono cioè tutte oloceniche, essendo il loro innesco verosimilmente favorito, oltre ad un insieme di altre concause, dall'assenza dello riempimento glaciale nell'incisione (Carraro in Dal Piaz et al., 1992).

Il tratto di valle compreso fra Exilles e Salbertrand è caratterizzato da una strettoia naturale, nota con il nome di «Serre de la Voute», formata dal fenomeno franoso noto con il nome di «Eclouse-Fenils» (o «Serre de la Voute») in sinistra e dalla «frana della Testa di Mottas» in destra. Gli accumuli di frana che costituiscono tale morfologia furono erroneamente ritenuti in passato come costituiti da depositi di origine glaciale (Sacco, 1921, 1943); questa interpretazione la si ritrova ancor oggi immutata sul Foglio 54 «Oulx» della C.G.I. alla scala 1:100000 (Ristampa 1960). Il primo a evidenziarne la reale natura fu C.F. Capello (1941), il quale riconobbe inoltre le testimonianze della presenza di un antico lago a monte dello sbarramento.

Solo alla fine degli anni '70 sono stati identificati gli indizi morfologici e i limiti di queste e delle altre antiche frane dell'alta valle di Susa (Ramasco & Susella, 1978).

La datazione, ottenuta con il metodo del C14, di un campione di legno subfossile reperito a notevole profondità grazie ad un sondaggio recentemente effettuato (1991) al piede del corpo di frana, ha permesso di stabilire che l'accumulo appoggia su di un complesso alluvionale-lacustre potente almeno una decina di metri, a sua volta prodotto da un precedente sbarramento vallivo, anteriore a 9500 anni fa (Tropeano & Olive, 1993).

Alterazione. Per quanto riguarda l'arco alpino occidentale italiano, l'influenza del clima sembra emergere dalla constatazione che un'elevata percentuale di frane si ubica su versanti orientati secondo i quadranti da NW a S, con un massimo per i pendii rivolti verso occidente. I versanti più ricorrentemente coinvolti da deformazioni gravitative sono proprio quelli dove, per effetto della maggiore insolazione, si alternano più frequenti cicli di gelo-disgelo e di fusione della neve, processi che favoriscono la percolazione profonda dell'acqua e la progressiva destabilizzazione del substrato (Mortara & Sorzana, 1987).

Scala cronologica

OLOCENE	superiore	0.01 Ma: innesco fenomeni franosi 0.13 Ma: glaciazione
PLEISTOCENE	medio inferiore	0.73 Ma: glaciazione 1.65 Ma: erosione fluv. dei depositi sedim. plio-villafranchiani
PLIOCENE		valli alpine occupate dal mare.

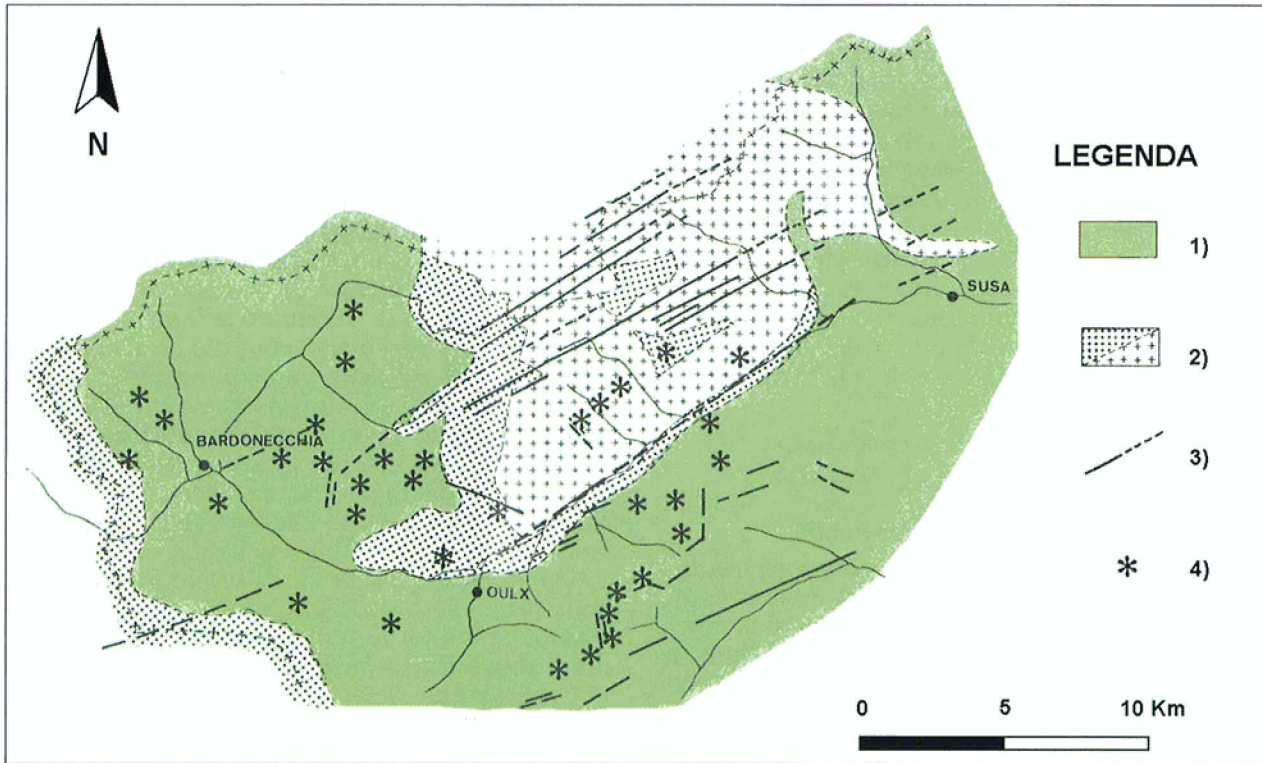


Fig. 6 - Schema geologico strutturale dell'alta Valle di Susa.

Legenda: 1) complesso dei calcescisti con pietre verdi; 2) massiccio cristallino dell'Ambin e sua copertura normale; 3) traccia delle lineazioni principali; 4) ubicazione dei principali movimenti gravitativi. (da Ramasco M. e Susella G., 1979).

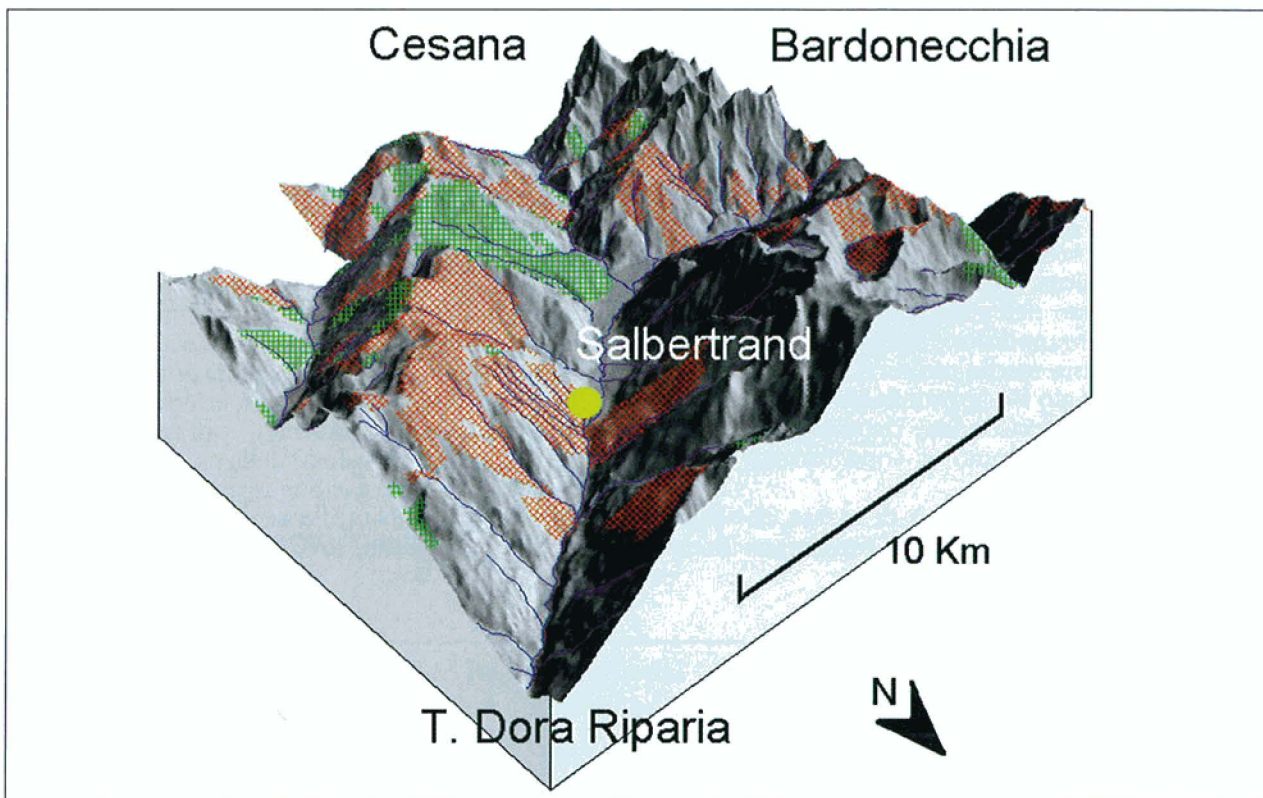
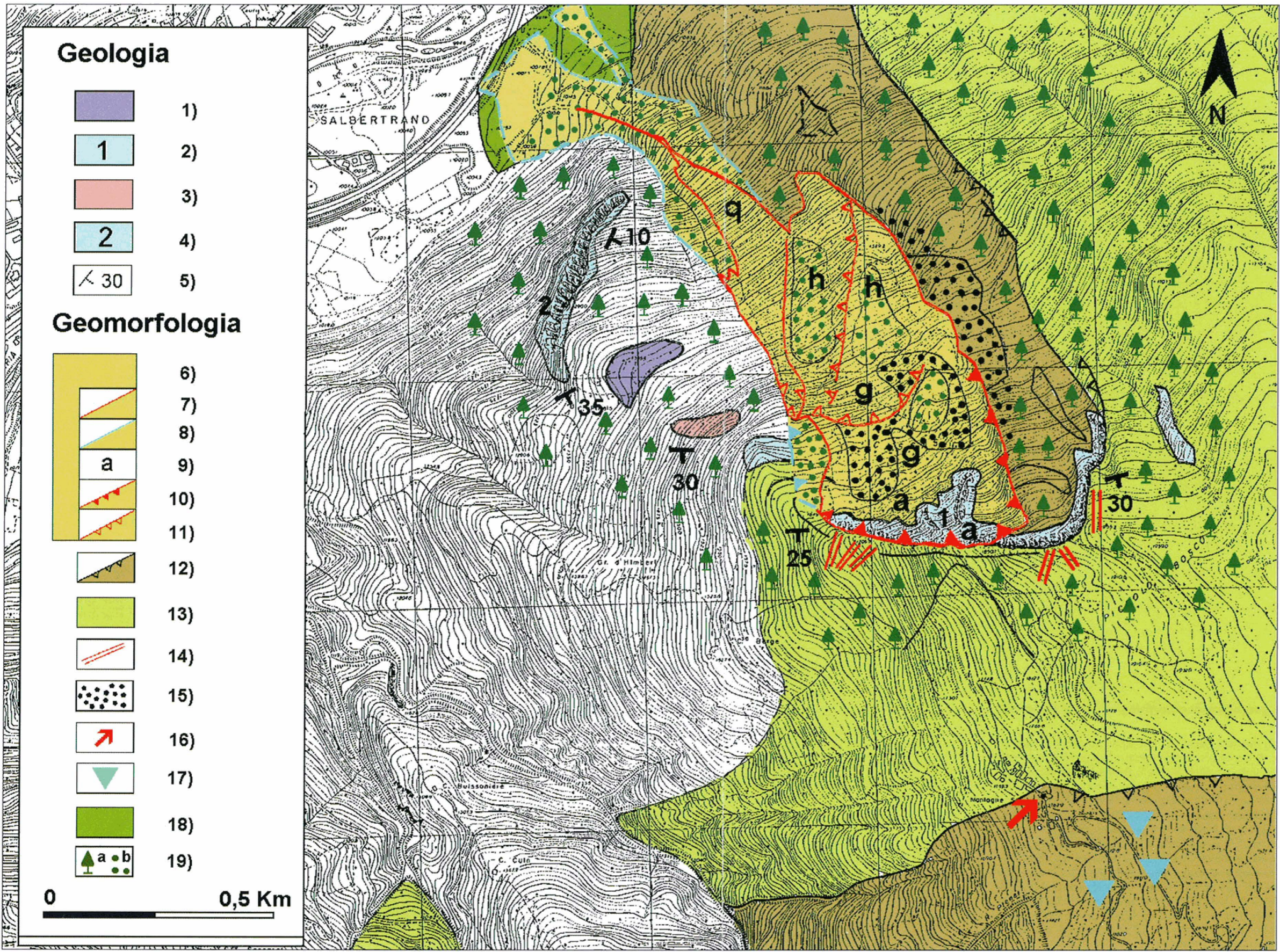


Fig. 7 - Modello tridimensionale della Valle di Susa nel tratto tra Exilles e Bardonecchia. In rosso sono evidenziati i settori di versante con indizi di attività di frana, in verde i settori di frana quiescente. È indicato il sito del Cassas.



Schema geologico-geomorfologico della frana del Cassas.

Legenda: 1) depositi glaciali; 2) calcescisti arenacei; 3) quarziti micacei; 4) calcescisto indifferenziato; 5) superficie della scistosità principale (da Dela Pierre F., Polino R., dati inediti per il Foglio Geologico 1:50.000 - Bardonecchia, in stampa, ridisegnati e semplificati); 6) ambito della «Frana del Cassas» s.s.; 7) campo detritico esposto al 1990; 8) limiti nella fase di massima espansione al 1963; 9) a = prevalenti crolli, g = prevalente scivolamento rotazionale in roccia, h = prevalente scivolamento rotazionale in detrito, q = colata detritica; 10) bordo della scarpata principale; 11) scarpate minori; 12) altre frane e loro limiti; 13) settore affetto da Deformazione gravitativa profonda di versante; 14) frattura beante; 15) detrito a grandi blocchi; 16) edifici lesionati; 17) sorgente; 18) conoide alluvionale del bacino oblitterato; 19) a = bosco di alto fusto, b = copertura arborea recente.

Evoluzione fluviale e torrentizia. Per la quasi totale mancanza di apparati glaciali il regime della Dora Riparia è quasi totalmente nivo-pluviale, con elevato coefficiente di deflusso nella tarda primavera sino a luglio, con valori prossimi a 2 ed anche superiori. Lo spessore del manto nevoso è determinante nell'incremento dei deflussi primaverili e nella conseguente portata solida (Tropeano et al., 1990, con bibl.).

A partire dal XVIII secolo vengono ricordate le seguenti piene storiche della Dora Riparia (Franceschetti et al., 1993):

- 1705, 1728, 1748;
- 1827, 1839, 1856, 1863, 1876, 1879, 1896;
- 1920, 1947, 1957, 1972, 1977, 1981, 23 settembre 1993.

Gli eventi si sono manifestati con una certa prevalenza nella stagione primaverile, appaiono meno frequenti nel periodo estivo e più rari nella stagione autunnale.

Le piene eccezionali della Dora Riparia danno sempre luogo ad inondazioni estensive; fra le conseguenze di tali eventi ricordiamo (Peretti, 1969):

- esondazioni dagli alvei di piena ordinaria;
- innesco di frane per scalzamento al piede delle stesse;
- alluvionamento degli alvei con conseguente possibile loro deviazione;
- alluvionamento delle pianure circostanti;
- distruzione di manufatti, di colture e della vegetazione in genere.

Il profilo longitudinale della Dora Riparia può essere suddiviso in vari tronconi a seconda della loro maggiore o minore pendenza; da Ulzio a Gravera la valle presenta debole pendenza, così come accade a valle di Susa; i due segmenti vengono interrotti dalla strettoia di Serre de la Voute e da un brusco salto roccioso posto fra Susa e Gravera.

Lungo i tratti meno ripidi si ripartiscono i processi di alluvionamento, accelerati durante le grandi piene del fiume, mentre negli altri settori si sviluppano più intensi i processi erosionali. La potente coltre alluvionale intravalliva è giustificata dalla presenza di rocce propense alla rapida degradazione quali i calcescisti, e dall'assenza di copertura vegetale sui versanti più acclivi (Tropeano et al., 1990).

L'analisi delle correlazioni altimetriche ha indotto alcuni studiosi a ritenere che il tratto di incisione a monte di Susa abbia subito un processo di cattura, con conseguente inversione del drenaggio, da parte del segmento inferiore (Peretti, 1967, con. bibl.). La genesi di tale processo è stata correlata allo spostamento verso l'esterno dello spartiacque principale della catena alpina, causato da un sollevamento non omogeneo, cioè maggiore all'esterno e minore all'interno, verificatosi in epoca tardo pliocenica-quadernaria (Carraro et al., 1980).

Azione antropica. La ricerca storica evidenzia come numerosi ed ampi tagli siano stati effettuati, soprattutto in passato, a spese del bosco che occupa i versanti della valle; risulta inoltre che venissero asportate di preferenza piante già danneggiate da processi di instabilità. Non sembra verosimile comunque che tale attività, peraltro oggi notevolmente ridimensionata, possa essere messa in relazione con la genesi di processi di instabilità di origine profonda.

Presso le Grange d'Himbert si riscontrano le testimonianze di una attività estrattiva, oggi abbandonata, per la produzione di ferro.

Nel fondovalle passano le due principali arterie di collegamento ferroviario ed autostradale che conducono al Traforo del Frejus. Data l'importanza dal punto di vista commerciale e turistico che queste vie di comunicazione hanno, è necessario tenere costantemente sotto osservazione i movimenti delle frane, sui due versanti opposti che interagiscono con il fondovalle. E perciò in quest'ottica che vanno visti gli interventi sull'alveo della Dora e sulle sedi stradale e ferroviaria e le azioni sulle frane di Cassas e Serre de la Voute.

Nell'alta valle le opere di difesa idraulica sono limitate quasi esclusivamente alla protezione del rilevato della linea ferroviaria, mentre nella media valle dopo il dissesto del 1957, in corrispondenza della stretta di Serre de la Voute è stato stabilizzato l'alveo della Dora con la costruzione di briglie trasversali e col rivestimento a gabbionate del piede del versante in frana. La riattivazione del 1957 richiese inoltre il ripristino di un notevole segmento della sede stradale completamente distrutto dal collasso del piede della frana per una lunghezza di circa 200 m.

Per quanto riguarda la frana del Cassas, non risulta che essa abbia mai prodotto danni a persone o manufatti importanti; per questo motivo raramente la si trova citata nei documenti ricercati presso vari archivi. Il riattivarsi periodico del dissesto negli anni 1954-1955 ha permesso la vendita delle piante sradicate, come risulta dai documenti forniti dal Consorzio Forestale e dal Corpo Forestale di Ulzio. Si segnala infine la recente costruzione dell'area di servizio dell'autostrada del Frejus al di sotto della frana, fatto che ha reso necessario l'allestimento di imponenti opere di protezione.

3.2. Descrizione della zona in frana

(Cfr. Carta allegata nel testo)

Geomorfologia

Geomorfologia descrittiva.

La Frana del Cassas si ubica sul fianco Nord-orientale della dorsale spartiacque Dora - Chisone certamente unica, dal punto di vista geomorfologico, rispetto alle contigue in questo settore alpino.

L'osservazione in grande di questo tratto di dorsale mostra caratteristiche che denotano una deformazione gravitativa profonda dell'ammasso dei calcescisti generalizzata su vasta area piuttosto che in siti delimitati.

«...Un dato interessante riguarda la relazione deformazione-frana: il 90% delle grandi frane rilevate si colloca all'interno o alla base di aree in deformazione (ne è un esempio l'antica frana di Ulzio che, coprendo un'estensione di 6-7 chilometri quadrati per uno spessore massimo valutabile tra 200 e 300 m e una cubatura stimata grossolanamente di 600-700 milioni di metri cubi, rappresenta il più imponente tra i fenomeni gravitativi dell'arco alpino occidentale italiano).

Questo dato confermerebbe che il movimento di creep profondo, generalmente molto lento e continuo nel tempo, segue una linea evolutiva che tende al superamento del limite di movimento per deformazione dell'ammasso roccioso, inducendovi totalmente o localmente processi di accelerazione del movimento con formazione di uno o più piani di taglio ben definiti...» (Puma et al., 1989).

In questo ambiente, sul versante Dora Riparia, si sono potute attivare, nell'intorno della zona in esame, una serie di grandi e antiche frane i cui accumuli hanno per lo più raggiunto il fondovalle. In un tratto di valle lungo poco più di 2 km sono riconoscibili alcuni contigui fenomeni franosi di età diverse tra i quali la Frana del Cassas si pone come la più recente (fig. 7).

Il fenomeno franoso del Cassas è classificabile come fenomeno gravitativo complesso, in quanto mostra cinematismi legati sia al ribaltamento ed al crollo sia, più estesamente, allo scorrimento ed al colamento di detrito.

La zona di distacco, che si sviluppa lungo lo spartiacque secondario della Testa di Mottas avente direzione circa N80W, presenta una esposizione a Nord. Il resto del corpo di frana tende invece a seguire l'esposizione a NW del sottostante versante, descrivendo nell'insieme una progressiva rotazione, terminante sul conoide di fondovalle.

Il corpo di frana si presenta modellato da numerose scarpate la più marcata delle quali lo attraversa trasversalmente con andamento pressochè rettilineo dalla quota 1350 alla quota 1550 circa. Tale scarpata suddivide il corpo di frana in due settori principali, che si differenziano rispettivamente per il diverso tipo di cinematismo.

Il settore superiore, impegnato in gran parte da un accumulo di blocchi eterometrici di calcescisti e subordinati serpentinosisti, è interessato da movimenti prevalenti per crollo (nella zona di scarpata sommitale) e scorrimento rotazionale.

Il settore inferiore presenta invece movimenti prevalenti di colata e scivolamento di detrito.

Al contorno del movimento più recente si identificano ambienti diversi legati comunque a movimenti gravitativi di versante.

La frana del Cassas è delimitata da un'alta scarpata corrente con direzione circa N80W, in massima parte coincidente con la cresta spartiacque. Nella fascia immediatamente esterna a tale scarpata, su una larghezza di circa 50 m, sono state riconosciute numerose trincee, con apertura sino ad 1 m e con direzioni varie, rispettivamente analoghe a quelle dei vari sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Il margine orientale è costituito, nella porzione media superiore, da un campo detritico continuo riconducibile a eventi di frana più antichi, e che impegna ancora il versante nella sua totale estensione. Nella parte bassa è ben delimitabile un accumulo, riconducibile ad unico episodio di frana che ha portato il detrito ad appoggiarsi sul fondovalle. A carico del piede del versante sovrastante, sono riscontrabili segnali indicanti attività di movimento recente.

Il margine laterale sinistro è costituito, per la parte superiore, da detrito legato a più antichi movimenti di frana, sul quale i movimenti posteriori al 1945 hanno indotto una serie di accelerazioni, ma non nella misura di quelle che hanno caratterizzato la frana del Cassas in senso stretto. La parte sottostante dello stesso margine è impostato nel substrato costituito dal Complesso dei Calcescisti con ofioliti; sono qui riscontrabili forme attribuibili al modellamento glaciale.

Appare opportuno sottolineare che nel suo complesso l'areale interessato dalla frana recente ha forma di blando bacino, che comporta comunque, anche se in misura tutta da determinare, un convogliamento delle acque meteoriche entro un settore già di per sè attivo con movimento di colamento.

L'analisi geomorfologica effettuata per mezzo delle foto aeree permette di evidenziare una serie di lineamenti, i quali si ritiene possano corrispondere a singole famiglie di discontinuità (zone di taglio, giunti ecc.) dell'ammasso roccioso, o ad insiemi di famiglie di discontinuità di diversa orientazione dalla cui composizione può avere origine il lineamento principale.

In corrispondenza della frana del Cassas sono state riscontrate tre principali famiglie di lineamenti:

1): dir. N80°W;

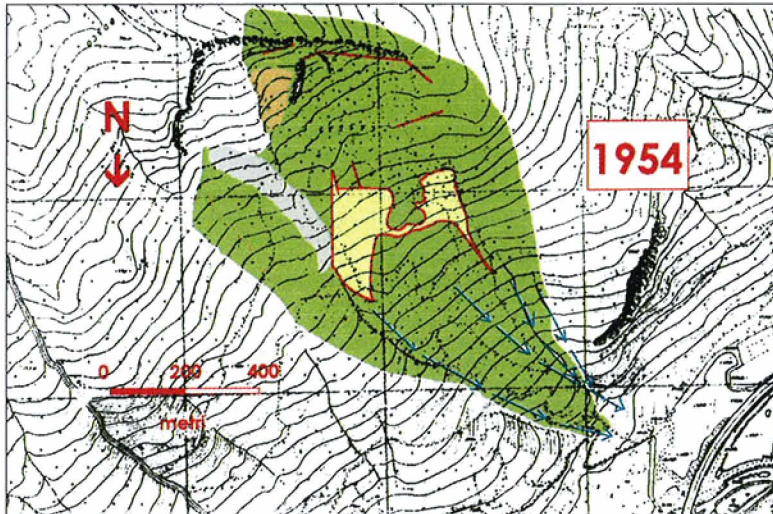
delinea la coronatura superiore della frana; corrisponde alla direzione della Dora Riparia a monte di Ulzio ed alla direzione della cresta W della Testa di Mottas.

2): dir. circa N-S;

delinea alcune fra le principali scarpate osservabili all'interno del corpo di frana.

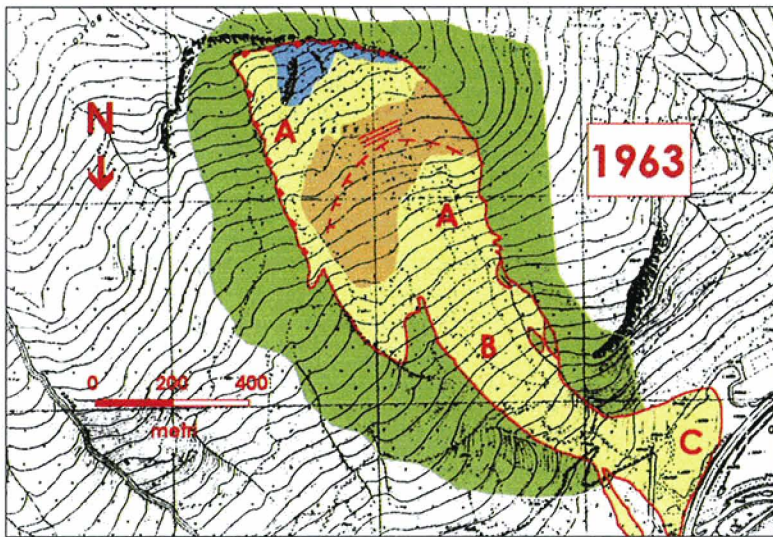
3): dir. N45°E;

corrisponde alla direzione della Dora Riparia fra Ulzio e Susa.



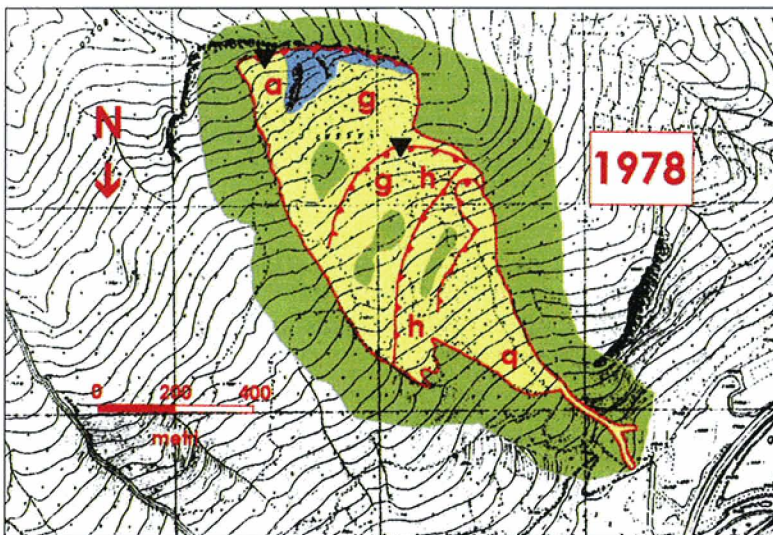
-  Settori attivi, fratture di neoformazione.
-  Accumulo di detrito legato a fenomeni di crollo precedenti.
-  Accumulo di detrito di neoformazione per crollo in massa.
-  Reticolato idrografico.
-  Bosco d'alto fusto

Fig. 8a - Principali lineamenti della frana del Cassas dedotti da fotointerpretazione su fotografie aeree del 1954.



-  Limite della frana del Cassas nella sua massima estensione.
-  Substrato affiorante in zona di scarpata principale affetto da intensa fratturazione.
-  Allineamenti subparalleli riconoscibili nel corpo detritico.
-  Zone prevalentemente vegetate
-  Settore detritico con presenza di coltre d'alterazione preservata.
-  Piano di scorrimento in formazione.
-  **A** Settore con movimento prevalente secondo superfici di taglio e subordinati crolli
-  **B** Settore con movimento prevalente per colata detritica.
-  **C** Zona di accumulo.

Fig. 8b - Principali lineamenti della frana del Cassas dedotti da fotointerpretazione su fotografie aeree del 1963.



-  Estensione del corpo detritico e suoi limiti.
 -  Traccia dell'orlo di scarpata principale, attivo, e delle scarpate secondarie.
 -  Presenza di crostone calcitico su superficie rocciosa esposta.
 -  Substrato affiorante in zona di scarpata principale.
 -  Zone prevalentemente vegetate.
- Tipologia di movimento prevalente:**
-  **a** Crollo
 -  **g** Scivolamento rotazionale di roccia
 -  **h** Scivolamento rotazionale di detrito.
 -  **q** Colata di detrito.

Fig. 8c - Principali lineamenti della frana del Cassas dedotti da fotointerpretazione su fotografie aeree del 1978.

Geomorfologia evolutiva.

Sono riportati nelle figg. 8a, 8b, 8c, su cartografia fotorestituita realizzata nel 1990 (e rappresentativa quindi dello stato dei luoghi relativo a tale periodo) tre diversi stadi evolutivi, limitatamente al settore in frana, ricavati rispettivamente da foto interpretazione su foto aeree degli anni: 1954-1963-1978-1979.

1954

Sono visibili i primi segni di movimento registrati da foto aerea.

Il fenomeno è in evidenza nella metà superiore del versante, sopra l'isoipsa 1400 ca. (la frana è attualmente compresa tra le isoipse 1900 e 1000).

Le evidenze di movimento sono diverse e a due livelli:

– di scarpata principale, dove si stanno aprendo le fratture maggiori

– a metà versante dove, per quanto è dato di capire, si hanno grandi rotture nel continuo boscato che paiono legate a incipiente scarpata diretta E-W.

È ancora preservato il bosco, presente quasi dappertutto.

È ancora preservato il reticolato idrografico, pur se primitivo.

Parossismo: 1963

– Massimo di area coperta da materiale in movimento, compreso il conoide occupato per i 2/3.

– Si è completato il collasso nella parte alta, sotto scarpata.

– Pare di distinguere nel campo a grandi blocchi un sistema di lineamenti sub-paralleli derivato da preesistenti fratture di direzione SE-NW, ora NE-SW.

– Non sono ancora completamente delineate le altre caratteristiche quali le scarpate mediane.

– È in pieno svolgimento la colata detritica nella metà inferiore del versante.

N.B. La scarpata principale espone superfici di antica fratturazione esposte con patina di concrezione calcitica derivante da precedente circolazione idrica di tipo carsico (fig. 9).

1978-79

Si afferma la configurazione che perdura tuttora, in particolare:

A) notevoli apporti nella zona alta dove si hanno cadute di blocchi o ammassi fino all'isoipsa 1625;

B) l'approfondimento delle due scarpate mediane con movimento di tipo scorrimento rotazionale di detrito e di quella bassa per colata di detrito.

Litologia

Dal punto di vista litologico il sito in cui si sviluppa la frana del Cassas risulta costituito essen-

zialmente da litotipi associati al Complesso dei Calcescisti con Ofioliti, di età giurassica superiore-cretacea inferiore. Tali litotipi sono posti inferiormente in contatto con le rocce carbonatiche di copertura del Massiccio dell'Ambin, le quali non risultano tuttavia coinvolte nel processo di frana. Tali rocce costituiscono infatti una base rocciosa che per ragioni giacitureali scompare in corrispondenza al settore in frana.

Il litotipo prevalente riscontrato appare come un calcemicascisto di colore grigio-argenteo, caratterizzato da notevoli variabilità di aspetto e di comportamento in relazione al variare della componente carbonatica. La transizionalità del limite non permette di norma una differenziazione ai fini cartografici.

Le facies a tendenza cristallina, maggiormente competenti, si riscontrano in corrispondenza delle scarpate più nette. I livelli filladici si presentano di colore nero-grafitico, sono molto scistososi e caratterizzati da proprietà meccaniche scadenti; costituiscono fasce di potenza e continuità variabile.

In corrispondenza della zona di distacco è presente una fascia di filladi della potenza massima di circa 50 m e con uno sviluppo di almeno 150 - 160 m, che è stato possibile cartografare con buona approssimazione nonostante il carattere transizionale del limite.

Lungo il fianco sinistro della frana fra le quote 1480 e 1510 affiora una fascia di quarzomicascisti, molto compatti, della potenza di circa 25-30 m.

I corpi ofiolitici sono rappresentati unicamente da serpentiniti, che costituiscono blocchi di volume variabile distribuiti all'interno del corpo di frana.

Si riscontrano infine rare brecce ad elementi di calcescisto in matrice calcarea, spesso associati a mineralizzazioni (probabili solfuri), a cui si deve la formazione di patine bruno-rossastre generate da processi di ossidazione.

Non sono state effettuate sezioni sottili.

4. CLIMATOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

4.1. Condizioni di alimentazione

Pluviometria

Bacino di alimentazione. La frana del Cassas è situata su di un versante con esposizione NW; essa si sviluppa dal fondovalle, che in quel tratto si trova ad una quota di circa 1000 m con una direzione NE-SW, sino alla cresta spartiacque, dove il punto più alto raggiunto dal coronamento superiore è di circa 1900 m. La superficie planimetrica occupata dalla frana risulta essere di circa 50 ettari.



Fig. 9 - Frana del Cassas: immagine particolare di una superficie di discontinuità esposta in zona di scarpata sommitale. Sono evidenti depositi concrezionali calcitici sulla superficie della roccia calcescistosa.

Punti di misura. Per i punti di misura dei valori di precipitazione ci si è riferiti principalmente ai dati rilevati presso Salbertrand, disponibili per il periodo compreso fra il 1914 ed il 1980 (escluso 1942-1950), e forniti dalla Banca dati Pluviometrica della Regione Piemonte. I dati disponibili non permettono di distinguere le precipitazioni nevose da quelle piovose.

Valori. La Valle della Dora Riparia, per il periodo compreso fra il 1913 ed il 1965, risulta essere un'area di basse precipitazioni, in media non superiori ai 900 mm/anno; il tasso minimo di precipitazioni (nevose e piovose) della valle corrisponde al tratto compreso fra Susa ed Oulx, dove in certe annate le precipitazioni scendono anche al di sotto dei 500 mm/anno (dagli Annali Idrologici, in Peretti, 1969).

Dall'analisi invece della carta delle isoiete relativa all'evento alluvionale del 12 - 14 giugno 1957 (Anselmo et al., 1971), si deve constatare come lungo il tratto vallivo compreso fra Susa e Oulx si registrino valori di precipitazioni piovose superiori rispetto a quanto riscontrato a monte ed valle.

L'alta Val di Susa (ovvero l'intero bacino a monte di Serre de la Voute) risulta caratterizzata da una precipitazione media di 675 mm/anno, in riferimento al periodo 1921-1970 (Tropeano et al., 1990, con bibl.).

Sulla base delle elaborazioni eseguite, che tengono conto unicamente dei dati rilevati a Salbertrand, il valore medio annuale delle precipitazioni è risultato essere di circa 752 mm (fig. 10).

Regime. Grazie al confronto fra valori resi disponibili in varia forma dalla Banca dati pluviometrica della Regione Piemonte, è stato possibile caratterizzare il regime pluviometrico medio mensile in corrispondenza del sito di interesse. Poiché i dati forniti non distinguono fra altezza di acqua relativa a precipitazione piovosa o nevosa, si manterrà cautelativamente il periodo compreso fra maggio ed ottobre come caratterizzato da precipitazioni esclusivamente piovose (fig. 11).

Maggio: presenta in media il maggiore valore di piovosità mensile (circa 90 mm) ed il maggior numero di giorni piovosi (circa 9). I massimi valori di piovosità si raggiungono normalmente per periodi di più giorni di pioggia, molto frequenti in maggio (massimo valore calcolato cumulativamente per cinque giorni consecutivi di pioggia: 110 mm).

Giugno: in confronto al mese precedente diminuiscono sensibilmente il numero medio di giorni di piovosità (8 giorni) e il valore medio mensile di precipitazione (circa 80 mm); i massimi quantitativi di pioggia vengono raggiunti in 2 o 3 giorni consecutivi (circa 150 mm prodotti in tre giorni consecutivi di pioggia nel giugno '57).

Luglio: si raggiungono i minimi valori del numero di giorni di pioggia e di piovosità.

Agosto: rimane bassa la media mensile del numero di giorni piovosi, ma aumenta considerevolmente il valore delle precipitazioni (circa 60 mm) che si manifestano perciò prevalentemente sotto forma di rovesci (sino a 70 mm. in un giorno) e meno frequentemente di periodi piovosi di più giorni (sino a 130 mm in 4 giorni consecutivi).

Settembre: il valore medio mensile della precipitazione è analogo a quello del mese di giugno (circa 60 mm), a fronte di un numero medio di giorni piovosi sensibilmente inferiore: pare cioè accentuarsi la tendenza al manifestarsi di rovesci in grado di produrre elevati quantitativi di acqua piovana in periodi limitati.

Ottobre: il numero di giorni piovosi cresce rispetto al periodo precedente ma rimane notevolmente inferiore rispetto a quanto avviene nei mesi primaverili: evidente quindi la tendenza al verificarsi di frequenti rovesci (sino a circa 100 mm di pioggia in due giorni), mentre elevati quantitativi di pioggia si possono produrre per periodi di più giorni consecutivi (sino a circa 120 mm in 5 giorni).

Dalle suddette considerazioni si può desumere una tendenza stagionale:

- primavera: è il periodo dell'anno con più giorni piovosi; ad inizio stagione si manifestano frequenti periodi di più giorni di pioggia, al passaggio con l'estate si verificano invece (ma con frequenza più bassa rispetto a quella autunnale) elevati valori di pioggia concentrata in pochi giorni.

- estate: dopo un periodo secco aumentano via via i giorni di pioggia ed i valori di acqua piovana prodotta; prevalenza di precipitazioni intense e di breve durata (temporali).

- autunno: è il periodo dell'anno in cui si registrano le massime altezze di acqua piovana, che si ripartiscono in un numero di giorni di pioggia relativamente contenuto (rovesci).

Nivometria

Bacino di alimentazione. Valgono le stesse considerazioni fatte nel paragrafo precedente. La distribuzione ed il perdurare al suolo della neve in corrispondenza della frana del Cassas sono da porre in relazione all'esposizione del versante verso NW ed al notevole sviluppo altimetrico del corpo di frana.

Punti di misura. Per le analisi di tipo nivometrico, ci si è riferiti ai dati reperibili presso Salbertrand e Sauze d'Oulx, dal cui confronto si può ottenere una visione sufficientemente rappresentativa dell'innervamento del versante. I dati disponibili sono stati reperiti dall'Archivio dei Dati Nivometrici della Regione Piemonte, relativi ad un periodo compreso fra il 1964 ed il 1980.

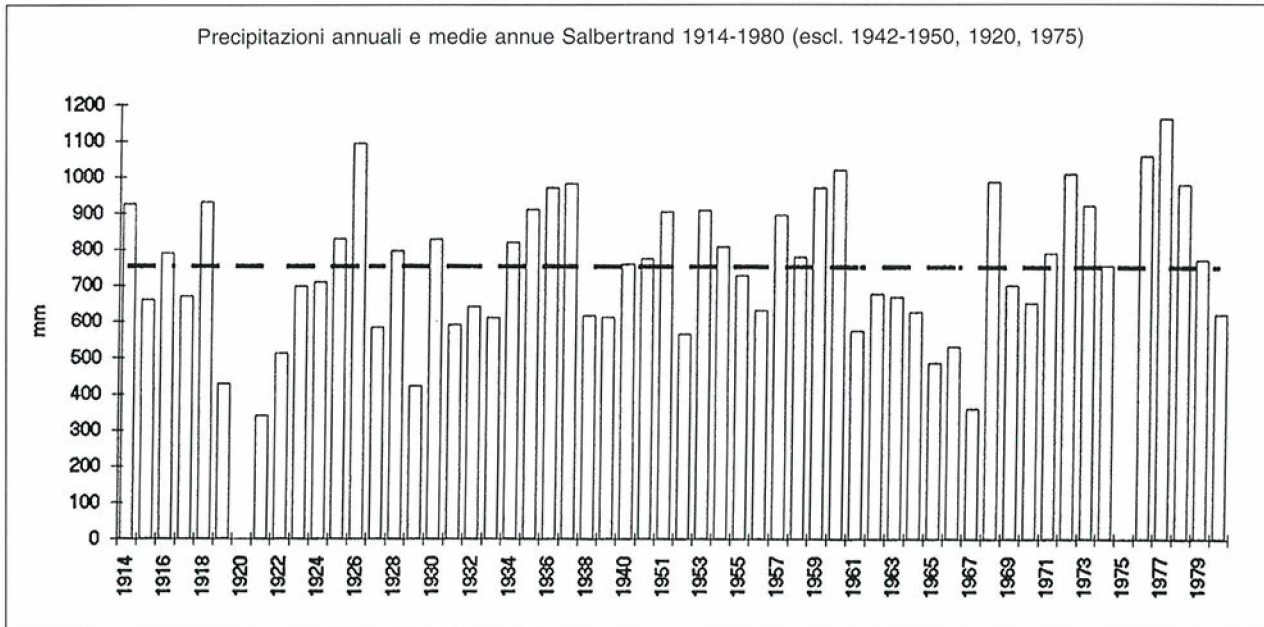


Fig. 10 - Istogramma delle precipitazioni annuali a Salbertrand.

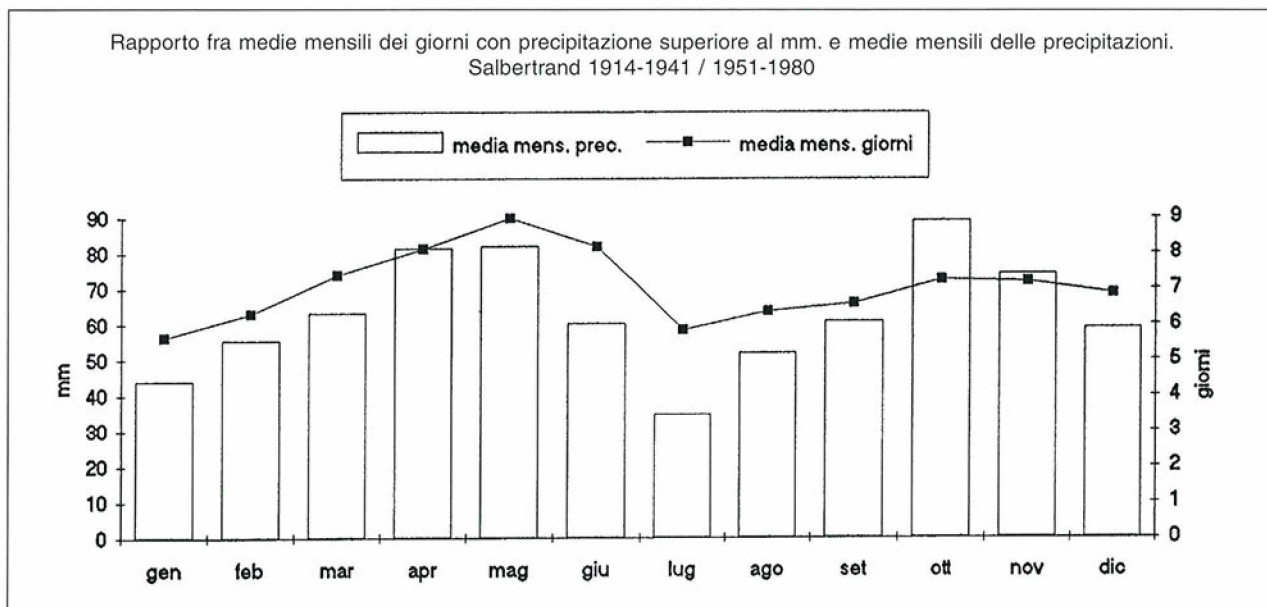


Fig. 11 - Istogramma indicante il rapporto fra medie mensili del numero dei giorni con precipitazioni superiori al millimetro e medie mensili delle precipitazioni.

Valori. Non è stato possibile informatizzare e rappresentare graficamente i dati raccolti.

Regime. Nel 20% circa dei casi considerati (1965-1979) presso la stazione meteorologica di Salbertrand, a quota 1032 m, lo spessore della neve al suolo si azzera prima dell'inizio di marzo; nel 50% dei casi ciò avviene prima dell'inizio di aprile, mentre nel 10% dei casi (nel 1969 e nel 1976) la neve permane sino ad aprile inoltrato; la presenza di neve durante la primavera a questa quota risulta dovuta a nevicate tardive e non è funzione della massima altezza di neve al suolo raggiunta durante l'inverno.

La frana del Cassas si sviluppa in corrispondenza di un versante esposto a NW; la coronatura superiore raggiunge una quota di circa 1900 m, mentre lo spartiacque posto alle spalle del corpo di frana raggiunge una quota di circa 2500 m: risulta ovvio che la superficie della frana o almeno la parte superiore di essa siano interessate dagli effetti dello scioglimento di neve al suolo sino alla primavera inoltrata.

A titolo di confronto si possono considerare i valori disponibili presso la stazione nivometrica di Sauze d'Oulx (1977-1992, escluso 1980-81-82), posta a quota 1532 m ed avente una esposizione analoga a quella del Cassas, dove nel 25% dei casi considerati si registra innevamento persistente (massimo 10 cm) all'inizio del mese di maggio.

Portate

Gli eventi di massima portata annuale della Dora Riparia, sulla base dei valori di portata media giornaliera misurati dall'A.E.M. presso Salbertrand (zona Serre de la Voute), si riscontrano prevalentemente fra la fine del mese di maggio e l'inizio del mese di luglio (fig. 12); solo nell'8% dei casi considerati (1943-1993), l'evento di massima piena annuale si verifica durante la stagione autunnale, sebbene proprio in autunno si riscontrino mediamente le maggiori altezze di acqua piovana. Nella figura 13, i valori di massima portata annuale sono distribuiti, per mezzo del criterio di Gumbel in funzione del tempo di ritorno.

Risulta pertanto dimostrato che l'evento di massima piena annuale si verifica per la concomitanza dello scioglimento primaverile della neve e il contributo delle piogge.

A causa della limitata sovrapposizione fra dati nivometrici, pluviometrici e di portata disponibili non risulta possibile ottenere un dato significativo in relazione al contributo di acqua da neve fusa e di acqua piovana nella formazione dell'evento di massima piena; un confronto a titolo esclusivamente orientativo si può effettuare su pochi casi.

	1957	1975	1978
portata [l/s]	(14/06)	(30/05)	(11/06)
neve [cm] (1)	?	30	187
pioggia [mm] (2)	284	175	87
pioggia [mm] (3)	159	6.5	0.6

(1) spessore della neve al suolo presso la stazione di Rochemolles (alta Val di Susa, quota 1975 m) 30 giorni prima della piena.

(2) altezza cumulata di pioggia nei 30 giorni precedenti l'evento di massima piena (rilevata a Salbertrand, quota 1032 m).

(3) altezza cumulata di pioggia nei 5 giorni precedenti l'evento di massima piena (rilevata a Salbertrand, quota 1032 m).

Appare verosimile che per configurare uno scenario di crisi della rete idrografica sia necessario ipotizzare condizioni di forte fusione della neve al suolo concomitanti o immediatamente precedenti il periodo piovoso primaverile.

Poiché i grandi movimenti di versante appaiono legati alla sovrappressione idraulica all'interno delle superfici di fratturazione, appare verosimile che l'innescio di tali movimenti sia da mettere in relazione ad una situazione di crisi dell'intero sistema di deflusso, sia superficiale che sotterraneo.

Temperature

Il grafico riportato in fig. 14, ottenuto con dati desunti dagli annali meteorologici, risulta rappresentativo, sia per quota che per esposizione, delle condizioni di temperatura dell'aria in corrispondenza del versante in frana e dei versanti costituenti l'alto bacino della Dora Riparia sotteso a Salbertrand.

Sino alla prima decade di maggio la temperatura media dell'aria non supera i 4°C e risulta in effetti compatibile con la presenza di neve al suolo.

4.2. Condizioni di infiltrazione

Altezza, pendenza, esposizione.

Altezza. Unghia conoide: 1000 m circa (fondovalle); coronamento superiore: 1900 m circa.

Pendenza. 60% (30°) dall'apice della conoide (1050 m) alla base della scarpata sommitale (1850 m).

La pendenza della zona di distacco (da 1850 a 1900 m) è di circa 45°.

Esposizione. N-W.

Copertura vegetale. Le superfici caratterizzate da più intensi movimenti risultano prive di vegetazione; su parte del corpo di frana si è invece sviluppata una debole copertura arborea continua.

Permeabilità (k). Sono disponibili alcuni valori di permeabilità ottenuti da bibliografia (Epifani, 1991): calcescisti fratturati $k=10\text{cm/s}$; detriti gros-

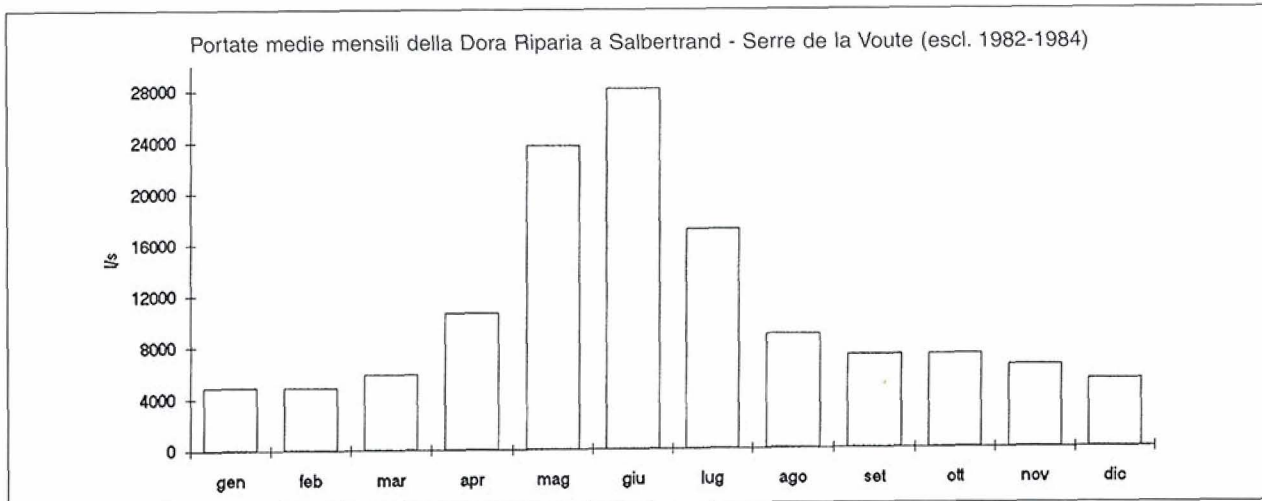


Fig. 12 - Istogramma delle portate medie mensili della Dora Riparia misurate presso gli impianti A.E.M. di Serre de la Voute.

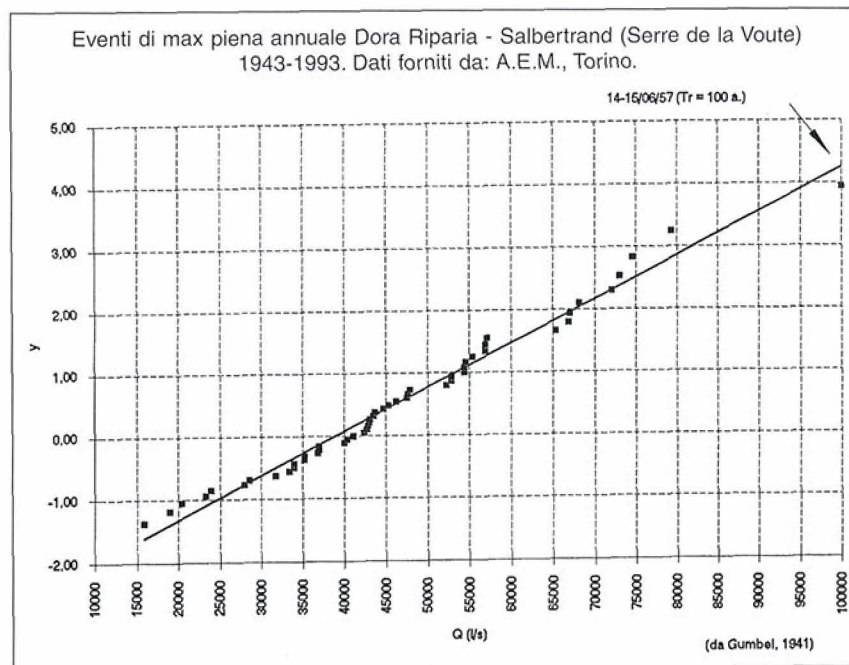


Fig. 13 - Eventi di massima piena annuale della Dora Riparia presso Serre de la Voute: calcolo del tempo di ritorno della piena del 14 giugno 1957.

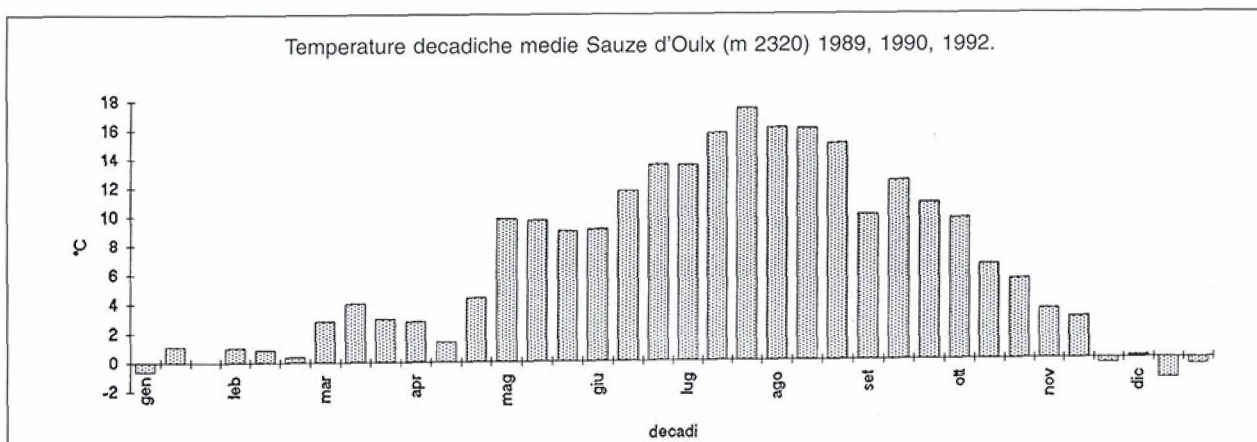


Fig. 14 - Temperature decadiche medie presso Sauze d'Oulx.

solani $k=1\text{ cm/s}$; detrito medio $k=10^{-3} \varphi 10^{-1} \text{ cm/s}$; detrito+fraz. fine $k=10^{-4} \varphi 10^{-2} \text{ cm/s}$; depositi alluvionali $k=10^{-3} \varphi 10^{-1} \text{ cm/s}$.

Reticolato idrografico. Lungo i margini del corpo di frana ripetutamente laterale sinistro e laterale destro si delineano due incisioni, a partire dalla quota 1250 m circa.

4.3. Sorgenti

Si denota una serie di sorgenti in corrispondenza della scarpata che attraversa trasversalmente il corpo di frana dalla quota 1350 alla quota 1550 circa.

5. INDAGINI EFFETTUATE

Per quanto riguarda il fenomeno gravitativo analizzato, sono state effettuate, sino alla conclusione dello studio alcune indagini preliminari ed, in particolare:

- rilevamento geologico strutturale e caratterizzazione geomeccanica dei principali sistemi di discontinuità;
- perforazioni di sondaggio;
- rilievi geofisici.

5.1. Rilevamento geologico strutturale e caratterizzazione geomeccanica dei principali sistemi di discontinuità

Nel corso dell'estate 1994 è stata effettuata una campagna di rilevamento, durante la quale si è focalizzata l'attenzione sull'assetto litologico-strutturale e geomeccanico del versante in frana al fine di chiarirne i cinematismi e le possibili linee evolutive.

5.1.1. Rilevamento geologico-strutturale

La scistosità principale in corrispondenza della frana del Cassas (Sp) presenta nel complesso una immersione a reggipoggio (con massimo di intensità in corrispondenza di $\alpha=150^\circ$ e $\psi=45^\circ$), conforme alla giacitura del contatto tettonico posto fra il Complesso dei Calcescisti e Pietre Verdi ed il complesso Brianzonese.

Alla base della scarpata principale che delimita la zona di distacco, la scistosità (Sd) presenta giacitura variabile, generalmente a debole franapoggio, avente valore di massima concentrazione di immersione pari a 301° ed inclinazione modesta compresa tra i 10° e 20° circa.

Il rilevamento strutturale condotto in zona (fig. 15), sia nel tratto inferiore, che superiore del versante sede del movimento franoso, ha posto in evidenza i seguenti sistemi di discontinuità:

- **sistema K 1** rappresentato da discontinuità subverticali aventi direzione E- W (W-E) e caratterizzate da poli di massima concentrazione aven-

ti immersione pari a circa 351° (177°) ed inclinazione pari a 80° (82°);

- **sistema K 2** costituito da giunti subverticali aventi direzione N-S, rappresentati da poli di massima concentrazione aventi immersione pari a 269° (87°) ed inclinazione pari a 88° (84°),
- **sistema K 3**, affiorante con minor continuità rispetto ai sistemi precedenti e caratterizzato da immersione pari a circa 220° - 240° ed inclinazione pari a circa 50° - 70° .
- **sistema K 4** costituito da giunti aventi inclinazione di circa 40° - 50° ed immersione di circa 350° ; tali giunti presentano perciò una giacitura a franapoggio avente immersione pressochè concordante con il pendio. Sulla superficie di tali giunti si osservano, in corrispondenza della zona di distacco, incrostazioni carbonatiche con striature aventi giacitura pari a circa 335° , 40° - 45° ;
- **sistema K** rappresentato da giunti subverticali aventi immersione media pari a circa 330° (140°);

L'analisi dei lineamenti morfo-strutturali dedotti dall'interpretazione di fotografie aeree (fig. 15b), pone in risalto un generale accordo con quanto ottenuto dal rilievo strutturale di affioramenti rocciosi in prossimità del corpo di frana. Le discrepanze riscontrabili, seppure limitate, sono imputabili alle difficoltà di rilevamento strutturale degli affioramenti appartenenti alle facies meno cristalline e più intensamente laminate (filladi) ed alla constatazione che i tratti morfologici significativi derivano spesso dal contributo di più sistemi di discontinuità.

5.1.2. Cinematismi ammissibili inerenti l'ammasso roccioso

L'analisi cinematica che scaturisce dalla rappresentazione stereografica di figura 16a, consente di formulare alcune osservazioni inerenti principalmente la zona superiore del coronamento:

a) la mutua posizione del:

- fronte superiore del versante, rappresentato mediamente dalla giacitura $\alpha=325^\circ$, $\psi=49^\circ$;
- sistema indicato con *K1* avente inclinazione di circa 80° ed elevata persistenza (sia lungo l'immersione sia lungo la direzione);
- sistema indicato con *Sd* avente debole inclinazione a franapoggio;
- sistema *K2* ad andamento perpendicolare al sistema *K1*,

favorisce un'instabilità per ribaltamento di porzioni prismatiche ad elevata snellezza;

b) il sistema indicato con *K4*, caratterizzato in parte da superfici di discontinuità aventi immersioni prossime al fronte superiore ed inclinazioni inferiori, determina la possibilità cinematica di scivolamenti di porzioni rocciose lungo le superfici generate da *K4* e delimitate late-

ralmente dal sistema K2 ed, a tergo, dal sistema K1, avente funzione di giunto di trazione a monte;

- c) la diversa spaziatura e persistenza dei sistemi di discontinuità scompone localmente l'ammasso roccioso in blocchi prismatici elementari ad elevato grado di libertà cinematica, i quali, dopo un iniziale scivolamento lungo le superfici generate dal sistema K4, assumono come moto principale quello caratteristico del crollo di massi (rotolamento, rimbalzo e scivolamento).

5.1.3. Caratterizzazione dei principali sistemi di discontinuità

A seguito di indagini su affioramenti, si sono rilevate una serie di caratteristiche volte alla individuazione ed alla definizione del comportamento delle discontinuità che intersecano l'ammasso roccioso:

- coefficienti di scabrezza (JRC), ottenuti a partire da stime per confronto con profili campione;
- coefficienti di resistenza a compressione monoassiale delle pareti (JCS), mediante misure sclerometriche;
- angolo di attrito di base (ϕ_b)

I calcescisti sono stati suddivisi in due macro categorie al fine di poter differenziare il diverso comportamento dal punto di vista geomeccanico:

- A) Calcescisti massivi in senso stretto;
- B) Calcescisti filladici

L'analisi geomeccanica, in riferimento alla distinzione A) e B), ha permesso di determinare, per le superfici di scistosità, le seguenti caratteristiche medie utili alla determinazione della resistenza al taglio mediante il criterio empirico di Barton. I valori riportati sono quelli medi ricavati dal rilievo superficiale.

	<i>Calcescisti massivi</i>	<i>Calcescisti filladici</i>
C0 [MPa]	58	36
JCS [MPa]	41	20
JRC	2÷10 (valore medio 9)	2÷12 (valore medio 11)
ϕ_b [°]	40	31
τ [MPa] (Criterio di Barton)	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(9 \cdot \log \frac{41}{\sigma_n}\right) + 40$	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(11 \cdot \log \frac{20}{\sigma_n}\right) + 40$

La tabella seguente riporta la sintesi dei parametri caratteristici delle famiglie di discontinuità uti-

lizzati per la determinazione della resistenza al taglio mediante il criterio empirico di Barton.

Set	JRC		JCS [MPa]		ϕ_b [°]	τ [MPa]
	Variabilità	Valore medio	Variabilità	Valore medio		
K	4÷16	9	19÷47	28	35	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(9 \cdot \log \frac{28}{\sigma_n}\right) + 35$
K1	4÷14	8	19÷82	41	40	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(8 \cdot \log \frac{41}{\sigma_n}\right) + 40$
K2	4÷18	10	17÷64	24	34	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(10 \cdot \log \frac{24}{\sigma_n}\right) + 34$
K3	8÷12	10	21÷42	21	31	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(10 \cdot \log \frac{21}{\sigma_n}\right) + 31$
K4	2÷16	8	21÷75	30	36	$\tau = \sigma_n \cdot \tan\left(8 \cdot \log \frac{30}{\sigma_n}\right) + 36$

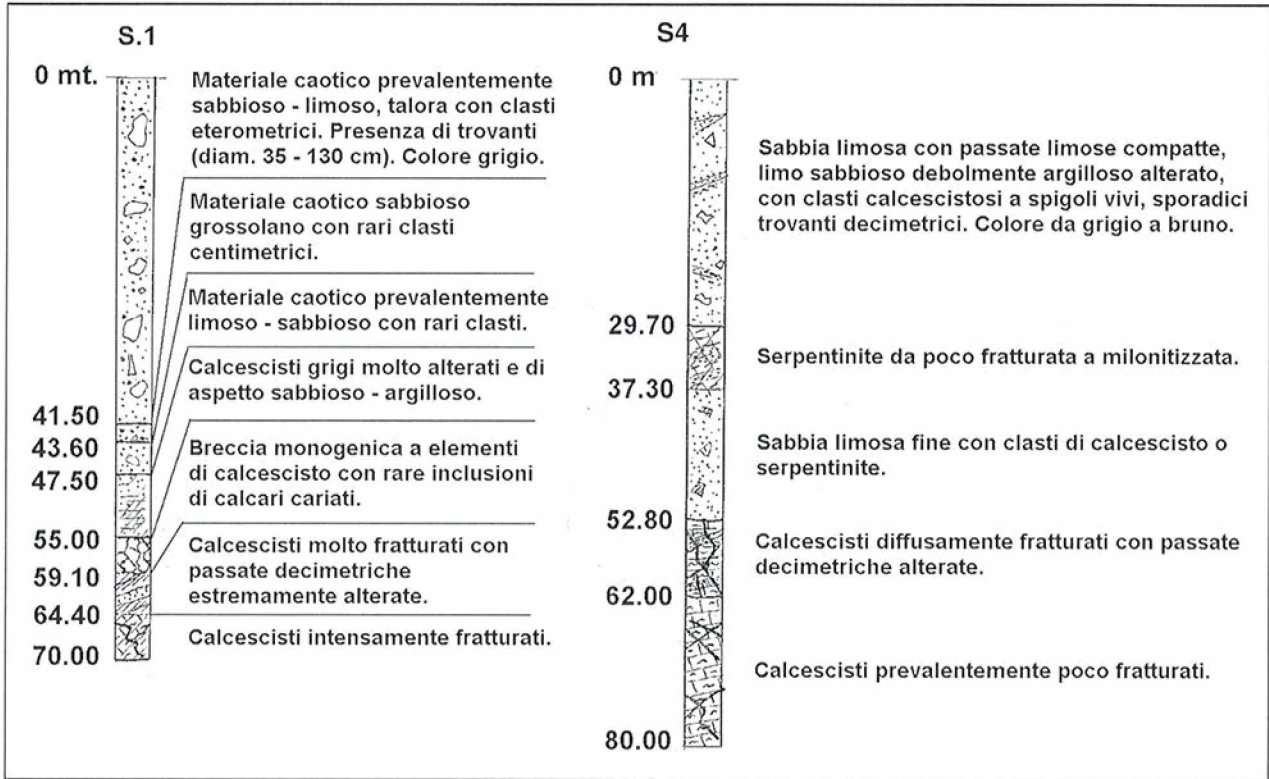


Fig. 16 - Descrizione semplificata dei sondaggi geognostici.

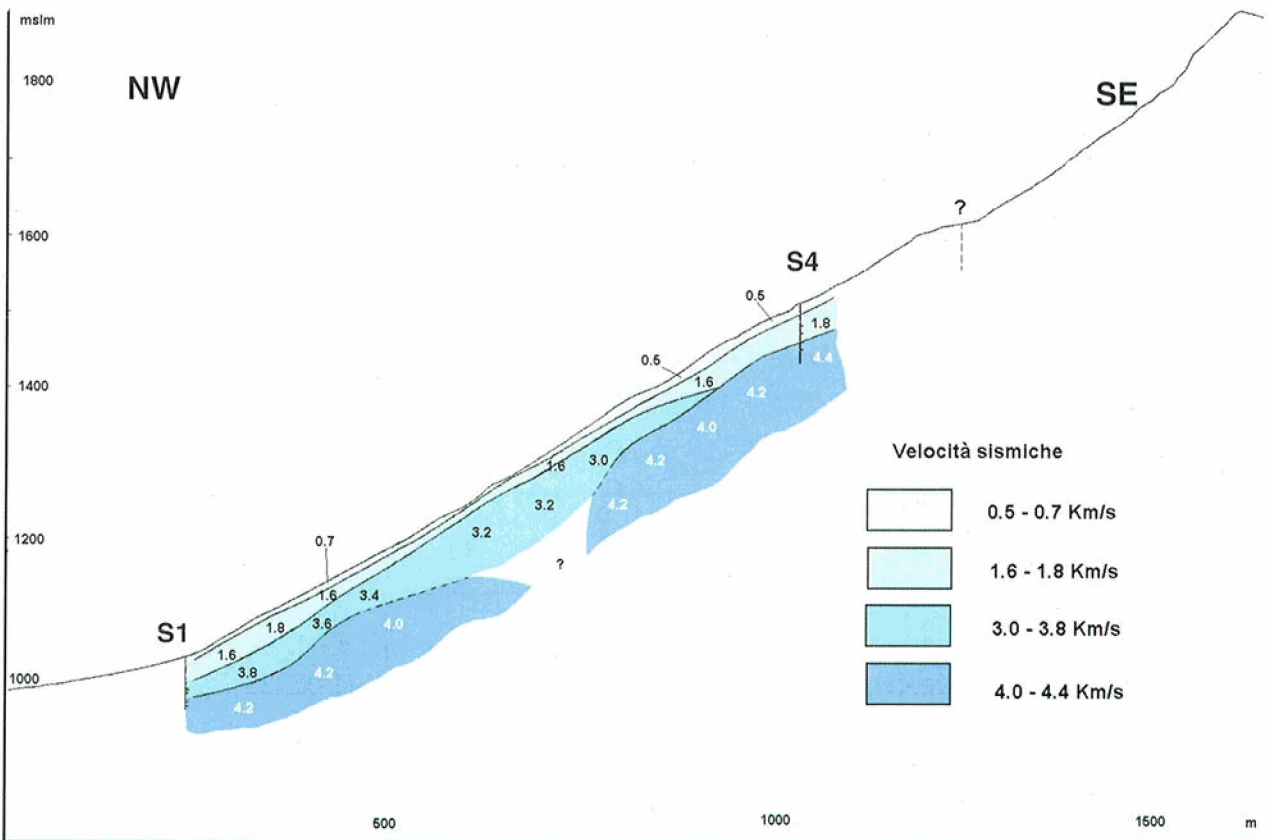


Fig. 17 - Profilo topografico e risultati della sismica a rifrazione.

5.2. Perforazione di sondaggio

È in corso di attuazione una campagna di perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo ubicate nel corpo di frana.

La descrizione preliminare dei due fori S1 e S4 sintetizzati in fig. 16, nei quali è prevista l'installazione di tubi inclinometrici consente di definire lo spessore del movimento franoso e di caratterizzare i materiali coinvolti. Nel tratto di versante compreso tra le quote 1500 m e 1000 m s.l.m. circa, il movimento franoso ha potenza di circa 60 m ed interessa materiali caotici (clasti, massi) in prevalente matrice sabbiosa e subordinatamente limosa.

5.3. Rilievi geofisici

Nell'area in esame sono stati eseguiti alcuni rilievi geofisici al fine di integrare le informazioni acquisite tramite perforazioni di sondaggio, le osservazioni in situ e l'analisi fotointerpretativa.

Il rilievo sismico a rifrazione è stato effettuato lungo la massima pendenza per uno stendimento di circa 900 m. All'estremità del profilo di indagine sono ubicati due sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità di circa 70-80 m (fig. 17).

L'interpretazione delle dromocrona indica l'esistenza di 4 diversi orizzonti caratterizzati da velocità crescenti da 500 m/sec a 4.400 m/sec.

Dal confronto con le stratigrafie dei sondaggi è emerso quanto segue:

- I calcescisti costituenti il substrato roccioso, quantunque fratturati, si trovano mediamente a profondità pari a 62-64 m e sono caratterizzati da velocità delle onde sismiche pari a 4.000-4.400 m/sec;
- I materiali caotici prevalentemente a matrice sabbiosa, inglobanti clasti eterometrici e talora massi di diametro max di 2 m si rinvencono a profondità variabili tra i 41 e 53 m e sono caratterizzati da velocità delle onde sismiche pari a 500-1.800 m/sec;
- L'ammasso roccioso da molto ad estremamente disarticolato è caratterizzato da velocità delle onde sismiche pari a 3.000-3.800 m/sec;
- Esiste un sostanziale accordo tra le due diverse tecniche di indagine (sondaggi e geofisica) che evidenziano uno spessore del movimento franoso pari a 50-60 m.

6. EVOLUZIONE DEL RISCHIO E VULNERABILITÀ

Il versante di Cassas è sede di una frana storica caratterizzata da modalità evolutive dei movimenti diversificate da zona a zona. In attesa del completamento del quadro conoscitivo sul movimento franoso si possono formulare le seguenti considerazioni preliminari:

- a) **Zona superiore:** le caratteristiche fragili dell'ammasso roccioso e la libertà al piede nel tratto sommitale possono determinare:
 - un'attività di caduta di singole porzioni rocciose soprattutto nei periodi di maggiore apporto idrico o di fusione del manto nevoso (primavera-autunno),
 - un aumento dell'apertura delle fratture che delimitano a tergo la zona del coronamento, provocando un progressivo rilascio dell'ammasso roccioso.
- b) **Zona centrale ed inferiore:** le caratteristiche del materiale caotico (clasti, massi) in prevalente matrice sabbiosa e subordinatamente limosa, possono favorire una rimobilizzazione lenta e continua di tipo viscoso dell'accumulo, con locali accelerazioni in concomitanza di rilevanti apporti idrici.

L'area di servizio dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia ubicata in destra orografica al piede del versante sede del dissesto, immediatamente a valle dell'abitato di Salbertrand e le opere d'arte ad essa connesse può essere considerata come area di possibile influenza della rimobilizzazione del corpo di frana.

Ad integrazione del quadro delineato, si segnala che le propaggini inferiori del fianco vallivo destro, entro il quale si sviluppa il movimento franoso di Cassas, in corrispondenza del tratto orientale, pur non essendo coinvolte direttamente dal generale processo di instabilità, sono caratterizzate da pareti verticali che possono produrre locali manifestazioni di caduta massi.

7. MONITORAGGIO

Alla base del conoide generatosi per accumulo di materiali mobilizzati durante le diverse riattivazioni del movimento franoso, corre il tracciato dell'autostrada A32. In quella zona è stata costruita l'area di servizio di Salbertrand.

Una sistemazione parziale, completata prima di dare avvio ai lavori di costruzione dell'area di servizio, è consistita nella costruzione di barriere e reti paramassi e nella bonifica delle pareti sovrastanti l'area in oggetto.

Tali opere sono state integrate con la posa di strumentazione di controllo costituita da 12 inclinometri di superficie di tipo monoassiale su parete rocciosa, da 2 tubi inclinometrici e 2 tubi piezometrici sul conoide alla base del versante (progetti del marzo e maggio 1990, gennaio e luglio 1991 - Studio Geologico Epifani).

L'attuale sistema di monitoraggio, ad integrazione e completamento del precedente progetto, è stato ridefinito da una società di studi (Geodata s.p.a., febbraio 1993) su incarico della Sitaf (Soc. Ital. Traforo del Frejus) e prende origine dal pro-

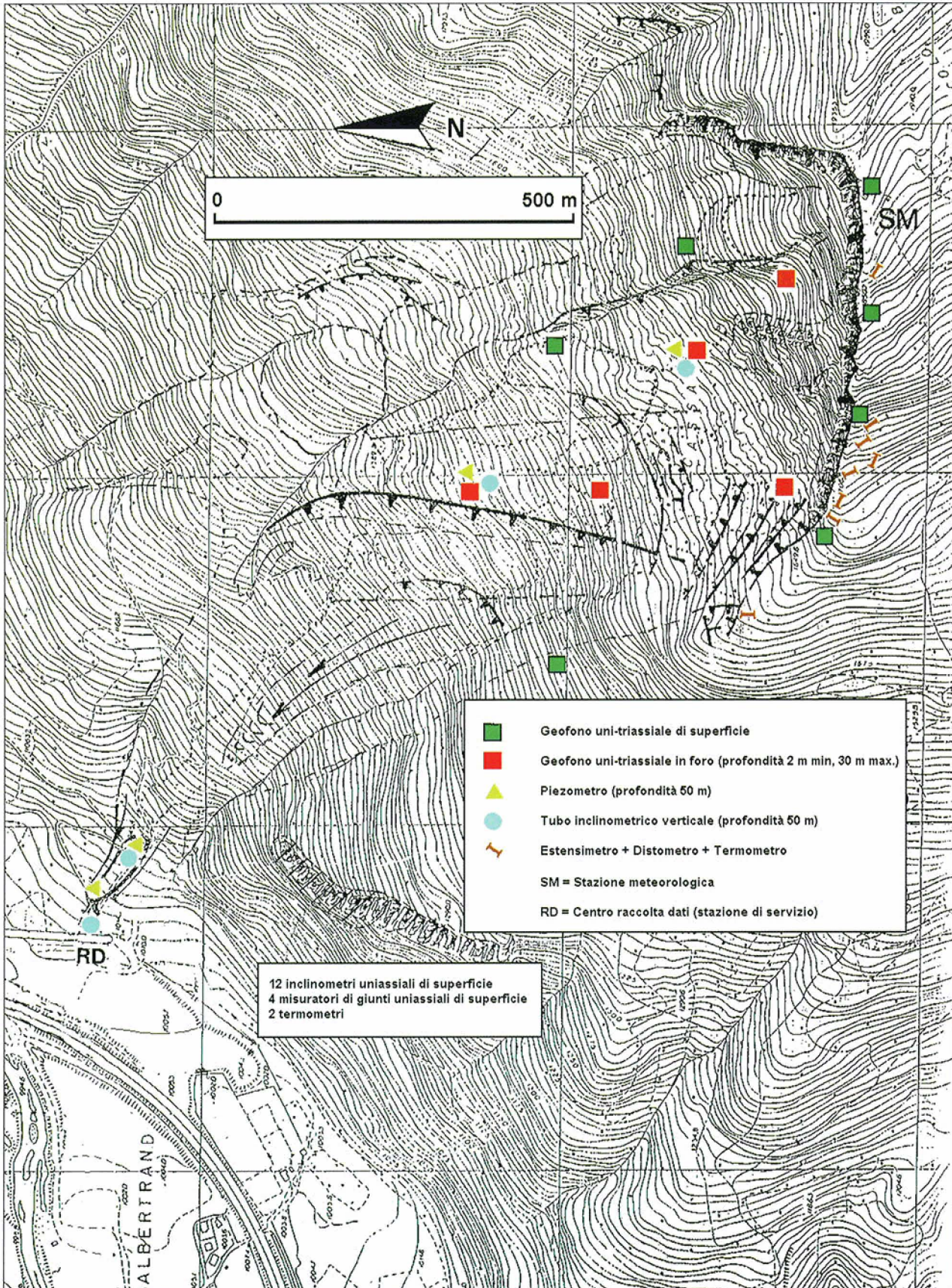


Fig. 18 - Schema di monitoraggio provvisorio della Frana del Cassas.



Fig. 19 - Il settore centrale ed il piede della frana in una ripresa dall'alto verso il basso. Al fondo la piana di Salbertrand con il collegamento autostradale Torino-Modane.

getto originario apportandovi alcune modifiche atte a contenere gli oneri economici previsti dal progetto originale.

Gli interventi sono stati localizzati sul settore in frana, anche se non sono stati completati gli studi per la comprensione geometrica, tipologica e cinematica del fenomeno; pertanto alcuni strumenti non sono esattamente commisurati agli elementi da prendere in considerazione.

La localizzazione degli strumenti già installati e di prossima installazione è indicata in fig. 18.

Il sistema di monitoraggio in progetto verrà ad inglobare la strumentazione già in opera ed avrà lo scopo di rilevare i seguenti parametri:

- spostamenti planimetrici del corpo di frana;
- movimenti delle principali fratture poste presso la scarpata sommitale;
- movimenti delle porzioni lapidee lungo la balza rocciosa sovrastante l'area di servizio;
- variazioni della superficie piezometrica all'interno del corpo di frana;
- attività microsismica superficiale e profonda;
- condizioni meteo-climatiche.

La strumentazione verrà ripartita secondo i diversi settori del versante in frana.

Al piede del versante in frana (conoide): vengono mantenute le coppie di tubazioni inclinometriche e piezometriche già esistenti (L = 60 m).

Presso la parete rocciosa inferiore: i 12 inclinometri superficiali monoassiali esistenti vengono integrati con 4 misuratori di giunti e 2 termometri elettrici di superficie per la taratura delle misurazioni di spostamento.

Settore centro-sommitale: sono previsti 2 tubi inclinometrici verticali aventi lunghezza di 50 m, 2 tubazioni piezometriche con cella di tipo Casagrande posta alla profondità di 50 m, 3 geofoni di superficie e 4 geofoni verticali posti alla profondità di 30 m, o ad una profondità anche minore purché immorsati per almeno 2 m entro il substrato roccioso in posto. In tale settore sono stati realizzati i fori di sondaggio durante l'estate 1994; di questi il più elevato in quota non ha raggiunto il substrato roccioso a 60 m di profondità, mentre il sondaggio inferiore ha incontrato il substrato a circa 60 m di profondità.

Scarpata sommitale: verranno posizionati 8 estensimetri a filo associati ad altrettanti distometri a nastro al fine di permettere una lettura sia automatica che manuale, 8 termometri elettrici di superficie, 6 geofoni superficiali e 6 geofoni in foro alla profondità di 30 m o anche minore purché entro almeno 2 m di roccia appartenente al substrato in posto.

Secondo il progetto originario, il sistema risultava completamente automatizzato con radio trasmissione dei dati ad un centro di gestione, ubicato presso l'area di servizio alla base del versante. Il progetto attualmente in fase di allestimento

prevede invece una acquisizione dei dati effettuabile sia in automatico che in manuale; trattandosi di sensori di tipo elettrico, l'alimentazione sarà garantita da unità di pannelli solari.

I dati rilevati per mezzo della strumentazione già installata non sono disponibili.

La strumentazione di un ultimo progetto (febbraio 1993), è attualmente in fase di installazione; i dati saranno trasmessi al Settore Geologico della Regione Piemonte non appena i lavori saranno ultimati.

Le perforazioni per la posa degli strumenti in foro saranno eseguite con metodo a rotazione con carotaggio continuo per quanto concerne le verticali inclinometriche ed i fori di alloggiamento dei geofoni profondi, mentre si procederà con metodo a roto percussione con distruzione di nucleo per le verticali piezometriche.

Il testo redatto per questa stampa fa riferimento agli anni di conduzione degli studi inerenti il Progetto Interreg (1993-1995). A completezza di quanto riportato sopra, si segnala che il sistema di monitoraggio è ormai pienamente operativo ed ha consentito di evidenziare sia locali, ma limitati, movimenti dell'ammasso roccioso nel tratto prossimo al coronamento, caratterizzato da trenches, fratture beanti, sia significativi spostamenti del corpo e dell'accumulo di frana. È il caso di un inclinometro, ubicato a circa 1600 m di quota, lungo la sezione di figura 17, che ha registrato in un periodo di funzionamento di due anni un'entità di spostamento di circa 10 cm, in corrispondenza di una profondità di 47 m circa, evidenziando la caratteristica conformazione "a ginocchio" della deformata, tipica di movimenti traslativi lungo piani definiti.

BIBLIOGRAFIA

ALLENBACH B. & CARON J.M. (1986), *Relations litostratigraphiques et tectoniques entre les séries mésozoïques de la bordure sud-ouest du Massif d'Ambin (Alpes Occidentales)*. Eclog. Geol. Helv., 79 (1), 75-116.

AA.VV. (1990), *Banca Dati Geologica, a cura del settore prevenzione del rischio geologico, meteorologico e sismico*. Regione Piemonte - C.N.R. - I.R.P.I.

ANSELMO V., GOVI M., LEPORATI P. & TROPEANO D. (1971), *L'evento alluvionale del 12-14 giugno 1957: i danni nei bacini del Piemonte e della Valle d'Aosta*. Carta presentata al XXI congresso geografico italiano per il tema «Le calamità naturali nelle Alpi».

BARETTI M. (1881), *Relazione sulle condizioni geologiche del versante destro della valle della Dora Riparia tra Chiomonte e Salbertrand*. Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, Torino.

BOGGE A. (1975), *L'alluvione del 1728 in Val di Susa*. Centro Studi Piemontesi, 4 (2), 379-396.

CALLEGARI E., SACCHI R., BOVO S. & TORASSA G. (1980), *Osservazioni strutturali sul versante italiano del massiccio dell'Ambin (Alpi Graie)*. Boll. Soc. Geol. It., 90, 395-404.

CAPELLO C.F. (1941), *Il lago quaternario della conca di Salabertano (Valle di Susa)*. Boll. Com. Glac. It., 21, 155-160.

CARON J.M. & GAY M. (1977), *La couverture mésozoïque du Massif d'Ambin, transition entre le Domaine Briançonnais*

et le Domaine piémontais? *Ecol. Geol. Helv.*, 70 (3), 643-665.

CARRARO F., DRAMIS F. & PIERUCCINI U. (1979), *Large scale landslides connected with neotectonic activity in the alpine and apennine ranges*. I.G.U.-U.N.E.S.C.O. Commission on Geomorphological Survey and Mapping - 15th Plenary Meeting 7-15 September 1979 Modena, Italy, 16 pp.

CARRARO F., FERRERO E., FORNO M.G. & RICCI B. (1980), *Dati preliminari sull'evoluzione neotettonica dell'arco delle Alpi occidentali*. Contr. prelim. Carta Neotettonica d'Italia, pubbl. n. 251 Prog. Final. Geodinamica, 235-249.

DAL PIAZ G.V. (coordinatore), *Guide Geologiche Regionali: Le Alpi dal Monte Bianco al Lago Maggiore* (1992). Soc. Geol. It., 3,(1).

DELA PIERRE F. & POLINO R. (1997), *Foglio Geologico 1:50.000 - Bardonecchia*. Progetto CARG, inedito.

FORNO M.G. & MASSAZZA G. (1987), *Movimenti gravitativi diffusi e ripetuti nel versante sinistro della Val Cenischia (Alpi Graie) e loro relazione con il sistema di fratture Cenischia-Nizza*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 10, 277-306.

FRANCESCHETTI B., STOPPATO M. & TURITTO O. (1990), *Le modificazioni del corso della Dora Riparia tra Susa ed Alpignano dal 1881 al 1977*. *Riv. Geogr. It.*, 97 (4), 475-505.

GAY M. (1972), *Le Massif d'Ambin et son cadre de schistes lustrés (Alpes franco-italiennes). Evolution structurale*. *Archives des Sciences*, 25 (2) 165-214.

GEODATA s.p.a. (1993), *Interventi di sistemazione del versante destro a protezione delle aree di servizio di Salbertrand. Stralci funzionali del progetto esecutivo*. SITAF, doc. inedita Arch. Servizio Geologico Regione Piemonte.

ISNEV (1982), *Archivio dei dati nivometrici della Regione Piemonte*. Ass. Reg. Viab. Trasp. Reg. Piem.

LORENZONI S. (1965), *Studio geo-petrografico del versante italiano del Massiccio d'Ambin*, Soc. Coop. Tipog. Padova, 25, 88 pp.

MORTARA G. & SORZANA P.F. (1987), *Fenomeni di deformazione gravitativa profonda nell'arco alpino occidentale ita-*

liano. Considerazioni lito-strutturali e morfologiche. *Boll. Soc. Geol. It.*, 106, 303-314.

PERETTI L. (1967), *Collegamento autostradale del traforo del Frejus con Torino*. *La Rivista della Strada*, anno 36, n.310.

PERETTI L. (1969), *Premesse geoapplicative per la realizzazione coordinata dell'autostrada Torino-Oulx e della sistemazione Idrogeologica della Valle di Susa*. *Cronache da Palazzo Cisterna - Periodico della Provincia di Torino*, n. 1, 1969.

PUMA F., RAMASCO M., STOPPA T., & SUSELLA G. (1989), *Movimenti di massa nelle alte valli di Susa e Chisone*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 108, 391-399.

RAMASCO M. & SUSELLA G. (1978), *Studi geologici per il collegamento stradale tra il traforo del Frejus e Torino (tratto Bardonecchia-Susa)*. Reg. Piem., Dip. Org. e Gest. del territorio.

SACCO F. (1910), *Il Gruppo del Cenisio-Ambin-Frejus. Studio Geologico Applicato al progetto di una nuova galleria ferroviaria tra la Valle della Dora Riparia e la Valle dell'Arc*. Comitato Pro Cenisio, Tip. Baravale e Falconieri, Torino, 56 pp.

SACCO F. (1921), *Il glacialismo della Valle di Susa*. *Rivista «L'Universo»*, Torino, anno II, 32 pp.

SACCO F. (1943), *Il quaternario nelle alte valli di Susa (Dora Riparia)*. *Mem. Acc. Sc. Torino*, 71 (1), ser. 2, 61-80.

SACCO F. (1948), *La degradazione delle montagne (con esemplificazione nell'alta Val di Susa)*. «L'Universo», *Rivista dell' I.G.M.*, anno XXVIII, n. 2, 15 pp.

STUDIO GEOLOGICO EPIFANI (1991), *Studio geologico e geomorfologico del versante a monte delle aree di servizio di Salbertrand*. SITAF, doc. inedita Arch. Servizio Geologico Regione Piemonte.

TROPEANO D., CORDOLA R. & MASSOBRIO R. (1990), *Indagini quantitative sul carico in sedimenti sospesi nel F. Dora Riparia in località Serre la Voute (alta Val di Susa - Piemonte Occidentale)*. *Boll. Ass. Min. Subalp.*, anno XXVII, n.1-2.

TROPEANO D. & OLIVE P. (1993), *Eventi geomorfologici nelle Alpi Italiane e nella pianura occidentale del Po: inquadramento cronologico in base a radiodattazioni*. *Il Quaternario* 6 (2), 189-204.

