

Restituzioni cartografiche prodotte: esempi e note illustrative

FERRUCCIO FORLATI

Settore prevenzione del rischio geologico, metereologico e sismico
Regione Piemonte, Torino

La parte che segue ha essenzialmente uno scopo illustrativo ed esemplificativo delle numerose restituzioni cartografiche realizzate per ogni tematismo, in seno alla Banca Dati.

Per ogni singolo tema trattato vengono riportate infatti alcune restituzioni cartografiche significative accompagnate da spiegazioni dei contenuti e da descrizioni ed illustrazioni (foto e disegni) dei processi geologici rappresentati.

Carta tematica delle frane*

Nelle pagine che seguono e nelle restituzioni cartografiche esemplificative vengono descritte e riportate le differenti tipologie di frana connesse ad instabilità pregressa ed attuale.

I diversi fenomeni sono stati rilevati sistematicamente tramite studio fotointerpretativo associato a verifiche di terreno spesso integrato e vagliato con informazioni storiche di archivio esaminate a partire dai documenti del secolo scorso.

Negli istogrammi di fig. 22, 23, 24 sono sintetizzate, in funzione delle diverse unità litologiche (cfr.: la carta tematica delle unità litologiche), alcune elaborazioni significative inerenti i fenomeni franosi.

La delimitazione delle aree in frana è stata individuata sulla base dell'analisi dei caratteri morfologici rico-

nosciuti al momento del rilevamento. Il limite segnalato non può quindi essere inteso come separazione netta tra zona "stabile" ed "instabile", in quanto non acquisisce il carattere di demarcazione di area di possibile "influenza" o coinvolgimento del fenomeno. Come già sottolineato, esso invece circoscrive una zona avente particolari caratteri morfologici e strutturali riconducibili ad un fenomeno franoso che sino al momento del riconoscimento ha interessato l'area riportata in cartografia.

Frane con meccanismi di vario tipo spesso combinati (ambiente caratteristico: Alpi)

Generalmente vengono individuati tre diversi meccanismi attraverso i quali si manifesta l'instabilità dei pendii:

- per caduta libera (crollo) e rotolamento (comprensivo dei fenomeni di proiezione e rimbalzo di masse rocciose);
- per traslazione planare e rotazionale lungo superfici di scorrimento;
- per flusso di massa di materiali.

In ambiente alpino si osservano alcuni movimenti franosi la cui dinamica è condizionata dalla concomitanza di meccanismi spesso diversi che ne condizionano le caratteristiche cinematiche ed influenzano la distribuzione dei materiali coinvolti nelle zone di accumulo.

Sono infatti riconoscibili, con una certa frequenza, franamenti caratterizzati ad esempio da crollo iniziale di masse più o meno disarticolate e successiva «valanga di detrito», scivolamenti (planari o rotazionali lungo una o più superfici di rottura) cui segue un crollo o un colamento (fig. 25, 26).

Tra le tipologie indicate a titolo esemplificativo, la prima (crollo che evolve in «valanga di detrito») si può definire come tipica dell'ambiente alpino (non tanto in funzione della frequenza del fenomeno ma piuttosto in quanto cinematico peculiare che si sviluppa prevalentemente nell'arco alpino).

Le «valanghe di detrito» coinvolgono grandi o grandissimi volumi detritici, sono fenomeni che inducono

* Le descrizioni delle diverse tipologie di frana sono state in parte tratte da:

GOVI M. (1988) - *Processi di instabilità naturale: tipologie, distribuzione, frequenza e pericolosità*. Secondo ciclo di conferenze di meccanica e ingegneria delle rocce: pendii naturali e fronti di scavo. Torino 28 nov. - 1 dic. 1988, Politecnico di Torino, Dip. Ingegneria Strutturale.

PUMA F., RAMASCO M., STOPPA T. (+), SUSELLA G.F. (1989) - *Grandi movimenti di massa nelle Alte Valli Susa e Chisone*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 391-399.

MORTARA G., SORZANA P.F. (1987) - *Fenomeni di deformazione gravitativa profonda nell'arco alpino occidentale italiano. Considerazioni litostrutturali e morfologiche*. Boll. Soc. It., 106, 303-314.

GOVI M., SORZANA P.F. (1982) - *Frane di scivolamento nelle Langhe Cuneesi. Febbraio-Marzo 1972. Febbraio 1974*. Boll. Ass. Min. Subalpina, Anno XIX, n. 1-2, 319-352.

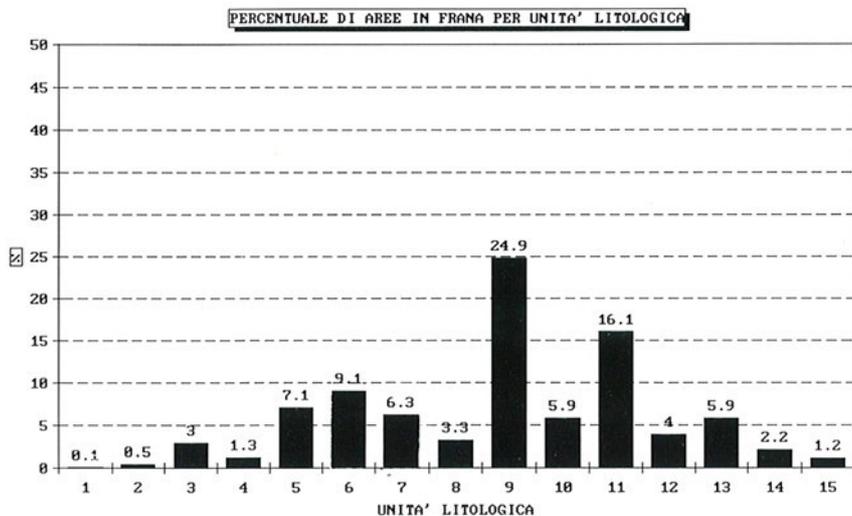


Fig. 22. Aree in frana riguardanti il substrato, espresse in percentuale dell'area occupata da ciascuna unità litologica.

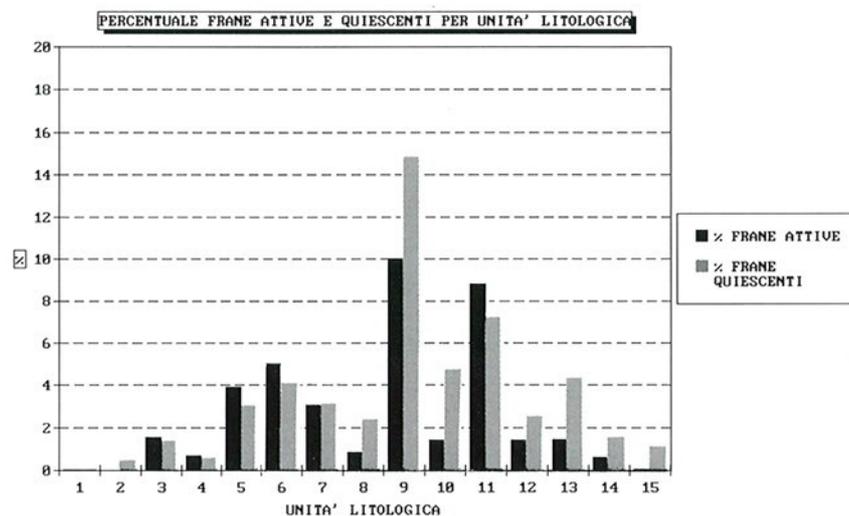


Fig. 23. Aree in frana riguardanti il substrato, espresse in percentuale dell'area totale occupata da ciascuna unità litologica e distinte in funzione dell'attività del fenomeno franoso: attivo, quiescente.

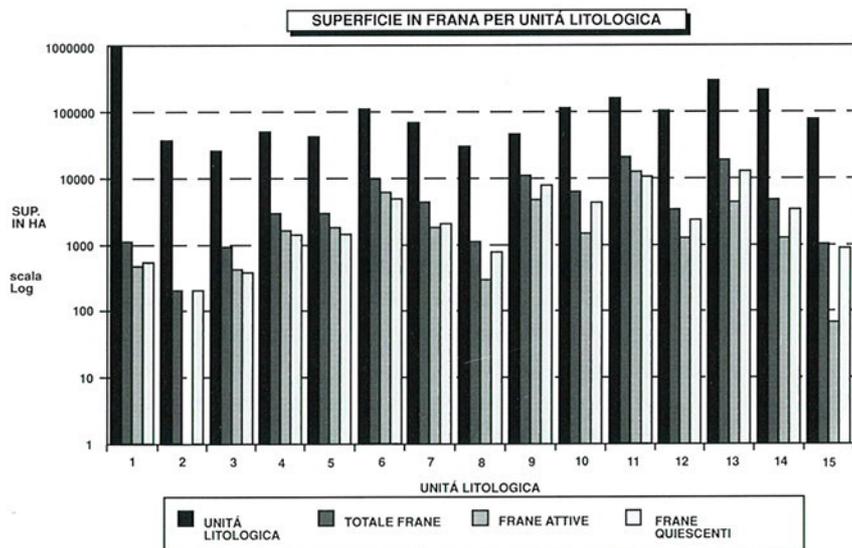


Fig. 24. Aree in frana riguardanti il substrato, raffrontate all'area totale occupata da ciascuna unità litologica e distinte in funzione dell'attività del fenomeno franoso: attivo, quiescente.

- 1) Depositi alluvionali a prevalenti ghiaie-sabbie, limi nell'area di pianura e lungo i fondovalle principali. (Quaternario).
- 2) Depositi morenici a blocchi, ghiaie, sabbie, limi, degli anfiteatri di Rivoli, Ivrea, del Lago Maggiore... (Quaternario).
- 3) Banche e livelli argillosi, talora in reciproca alternanza con sabbie da fini a grossolane e lenti ghiaioso-ciottolose, localmente solo ghiaie e sabbie. (Villafranchiano).
- 4) Sabbie da fini a medie, localmente con banche e lenti isolate di arenarie, potenti da uno ad alcuni decimetri, localmente calcareniti. («Sabbie d'Asti»).
- 5) Argille e marne argillose prevalenti, con subordinate lenti gessose, marne con locali intercalazioni di conglomerati. (Miocene Sup. - Pliocene med.).
- 6) Strati di marne potenti da uno ad alcuni decimetri, con interstratificazioni ritmiche di sabbie e arenarie e sottili giunti argillosi. (Miocene medio).
- 7) Siltiti marnose in strati mediamente potenti alcuni decimetri, subordinate intercalazioni arenacee e lenti conglomeratiche. (Oligocene sup. - Miocene).
- 8) Arenarie e conglomerati in potenti banche con subordinati livelli marnosi e arenaceo marnosi. («Formazione di molare» ed «arenaria di Ranzano». Oligocene).
- 9) Alternanze di argille marne, calcari, complessi caotici a componente argillosa prevalente. («Complesso indifferenziato». Flysch. Cretaceo - Eocene).
- 10) Serpentiniti, lherzoliti, anfiboliti, prasiniti, metagabbri. («Zona piemontese». Giurassico-Cretaceo).
- 11) Calcescisti con intercalazioni filladiche e lenti di calcari cristallini e di prasiniti. («Zona piemontese». Giurassico-Cretaceo).
- 12) Dolomie e calcari microcristallini, calcari dolomitici ed arenaceo-marnosi con subordinate intercalazioni di scisti ardesiaci. Breccie calcaree. (Unità mesozoiche autoctone ed alloctone).
- 13) Gneiss minuti, micascisti, talora eclogitici, scisti filladici, scisti porfiroidi, quarzitoscisti. (Massicci cristallini del Dora-Maira. Permo-carbonifero assiale. Sesia-Lanzo e serie dei laghi).
- 14) Gneiss occhiadini per lo più massicci, gneiss migmatitici. (Massicci cristallini dell'Argentera. Dora-Maira. Gran Paradiso. Monte Rosa e Valle di Ossola).
- 15) Graniti, sieniti, dioriti, migmatiti granitiche, gabbrodioriti, porfiriti, ignimbriti riolitiche. (Magmatiti erciniche e tardo-alpine).



Fig. 25. Frana verificatasi con meccanismi combinati di tipo traslativo e di crollo evolutisi successivamente in «valanga di detrito».

il movimento per «flusso» di materiali lapidei, la cui dinamica, entro certi limiti e con particolari accorgimenti, può essere discussa riferendosi alle leggi della fisica riguardanti il moto dei fluidi.

Le trasformazioni che possono subire, in corso di evento, le frane caratterizzate da meccanismi di vario tipo spesso combinati, sono difficilmente prevedibili. Ciò è dovuto soprattutto alla mancanza di approcci conoscitivi ed analitici derivati dallo studio sistematico di tali fenomeni.

La definizione dei molteplici parametri in gioco che condizionano l'evoluzione del movimento di masse instabili, oltre a comportare tempi (controllo, misure) e costi notevoli (studi, prove, analisi) e necessitare di indagini multidisciplinari, non sempre risulta possibile o attendibile a causa della complessità del problema in esame.

I fenomeni franosi di questo tipo, che potremo anche definire come misti (in quanto condizionati nelle loro evoluzioni da meccanismi di vario tipo), sono numerosissimi, risultano spesso di grandi dimensioni, occupano settori di versante estesi fino a 10-12 kmq e coinvolgono volumi di alcune centinaia di milioni di metri cubi per profondità spesso notevoli (100-300 m).

È evidente quindi che le caratteristiche fisiche, geomeccaniche, strutturali e geolitologiche (in senso lato) di ammassi di così vaste dimensioni possono variare notevolmente da caso a caso rendendo estremamente difficile la messa a punto di un modello interpretativo (analitico e geologico) sufficientemente affidabile.

Gli eventi pluviometrici di straordinaria intensità, la fusione del manto nevoso e gli interventi antropici non compatibili possono essere considerati come cause innescenti fondamentali di tali fenomeni.



Fig. 26. La foto pone in evidenza l'imponente accumulo di una frana di vaste dimensioni verificatasi probabilmente in epoca post glaciale. Il movimento che si è sviluppato con meccanismi combinati di traslazione (con probabile componente rotazionale) e successivo colamento ha provocato lo sbarramento del fondovalle.

Deformazioni gravitative profonde

I fenomeni di deformazione gravitativa profonda si sviluppano come lenta, continua e talora progressiva deformazione dell'ammasso roccioso, ed interessano spessori spesso notevoli (anche superiori al centinaio di metri) coinvolgendo le dorsali, per estesi settori del versante, dalla cresta sino, a volte, al fondovalle.

Il processo deformativo avviene per «spostamenti» differenziali estremamente lenti che si sviluppano lungo una serie di superfici e piani discontinui variamente orientati o per deformazione dell'ammasso lungo fasce di maggior «debolezza» localizzate a diversa profondità ed aventi differente spessore.

Le deformazioni gravitative profonde sono fenomeni sicuramente complessi e controllati da meccanismi che allo stato attuale delle conoscenze non risultano del tutto chiarificati (l'argomento è infatti tuttora oggetto di ricerca).

In genere vengono spiegati in termini di «creep» profondo intendendo, in tal modo, un lento incremento nel tempo della deformazione globale della massa coinvolta; incremento derivato dall'applicazione «istantanea» di tensioni (comunque inferiori alla resistenza



Fig. 27, 27 bis. *Caratteristici fenomeni di sdoppiamento delle creste evidenziati dalla presenza di vere e proprie vallecicole aventi sviluppo parallelo allo spartiacque.*

intrinseca dell'ammasso) mantenute costanti nel tempo, oppure, in termini di effetti indotti sull'ammasso dalla parziale mobilizzazione della resistenza disponibile lungo alcuni sistemi di discontinuità principali latenti in conseguenza ad intensi fenomeni di scarico, ad esempio, quelli dovuti alla deglaciazione Wurmiana (sono state di fatto riconosciute numerose deformazioni gravitative di versante in corrispondenza ad antiche confluenze glaciali di tronchi vallivi marcatamente sinuosi; l'azione dei ghiacciai su questi fianchi vallivi era infatti duplice essendo determinata da una parte dal peso stesso della massa glaciale, dall'altra dalla pressione esercitata dal ghiacciaio in movimento).

Alcuni Autori, ritengono che le deformazioni che interessano interi versanti, siano determinate dalla particolare distribuzione non omogenea delle tensioni dovuta all'effetto combinato della configurazione del pendio, della presenza di strutture primarie isoorientate ed inclinate (giunti di stratificazione, superfici di scistosità...) e dell'azione della gravità.

Altri spiegano l'insorgere della distribuzione non uniforme come dovuta al rilascio di tensioni residue di origine tettonica o come determinata dall'esistenza di

versanti modellati in ammassi caratterizzati da due o più unità geologiche aventi diverse caratteristiche di «rigidezza» (vengono indotte quindi all'interfaccia tra le due unità delle tensioni addizionali che non essendo equilibrate possono innescare i fenomeni di deformazione dell'ammasso).

Tra i parametri che possono favorire lo sviluppo delle deformazioni si individuano quindi:

- le caratteristiche dell'ammasso (litologiche, strutturali, fisico-meccaniche, stato tensionale);
- la configurazione dei versanti (elevata energia del rilievo, sovraincisioni per accentuato approfondimento del solco vallivo...);
- le grandi variazioni climatiche;
- intensi fenomeni di scarico;
- sollevamenti tettonici.

La compatibilità cinematica del «movimento» per deformazione implica che nelle zone più elevate del pendio, soggetto al fenomeno, la componente del vettore velocità di spostamento sia diretta verso il basso (con inclinazione superiore a quella del versante) mentre nella parte basale e/o intermedia sia diretta verso l'esterno.

L'ammasso roccioso in risposta alle sollecitazioni indotte «reagisce» dilatandosi e contraendosi. I settori più alti mettono in evidenza un comportamento «dislocativo» che induce spostamenti di porzioni rocciose lungo discontinuità principali ben delineate, nelle parti sottostanti, invece, si verifica una generale «compressione» che determina l'«assorbimento» e la distribuzione della deformazione globale lungo i numerosi sistemi di discontinuità principali e secondari che interessano l'ammasso.

Da ciò deriva che le evidenze morfologiche più significative si osservano nelle parti sommitali dei versanti caratterizzati dalla presenza di contropendenze ed avvallamenti rettilinei trasversali al versante e, lungo le linee spartiacque sommitali, da sdoppiamenti anche multipli delle creste con la comparsa di vere e proprie vallecole orientate lungo la stessa direzione (Trench) (fig. 27, 27 bis).

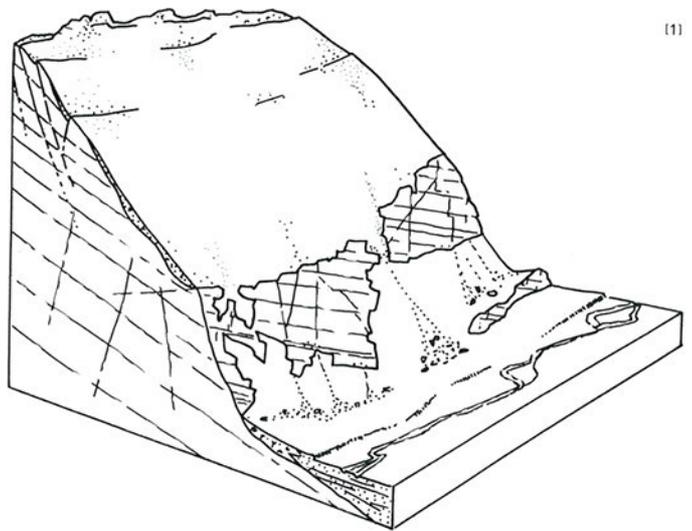
Nelle parti medio basse del versante, soprattutto in funzione delle caratteristiche meccaniche del substrato e del diverso grado di evoluzione del fenomeno, si osservano manifestazioni tipiche quali:

- l'intensa fratturazione della roccia;
- l'elevata produzione di detrito di diversa geometria e dimensione (detrito che copre aree piuttosto estese pur in assenza di pareti rocciose che ne possano spiegare la presenza);
- le variazioni della morfologia d'insieme rilevabili da anomalie quali: «inarcamenti» e rigonfiamenti che conferiscono al pendio un marcato profilo convesso.

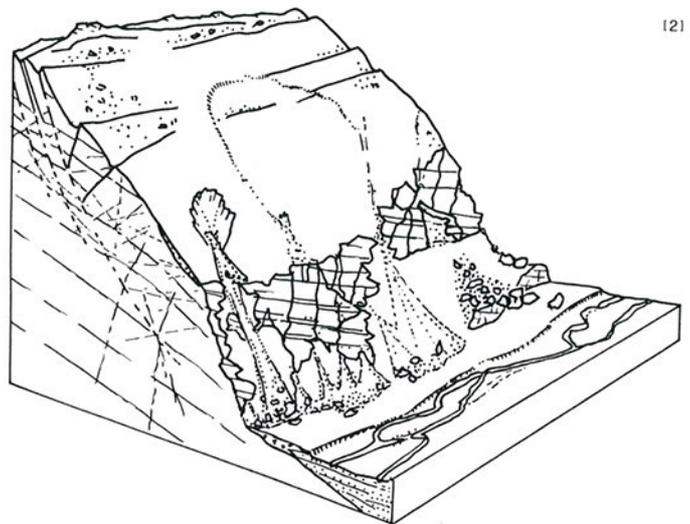
Attraverso un'analisi essenzialmente di tipo morfologico è possibile delineare, pur tenendo conto della molteplicità delle situazioni esistenti, le seguenti fasi evolutive dei fenomeni di deformazione gravitativa profonda (fig. 28):

- **Stadio iniziale:** il fenomeno si manifesta generalmente nella parte sommitale del versante con sdoppiamenti non molto pronunciati della linea di cresta, al di sotto della quale talora si possono associare piccoli «trench».
- **Stadio intermedio:** con l'evolversi dei processi si accentuano i caratteri morfologici tipici delle deformazioni gravitative quali sdoppiamenti multipli delle creste e «trench» con nette scarpate in contropendenza disposti in più ordini. Il settore mediano del versante tende ad assumere un profilo marcatamente convesso e questa particolarità, in bell'evidenza quando sono coinvolti litotipi più massicci, sarebbe da collegarsi, secondo alcuni Autori, alla presenza di fratture «rigide» e discontinue che provocherebbero un aumento di volume (dilatanza) della massa rocciosa.

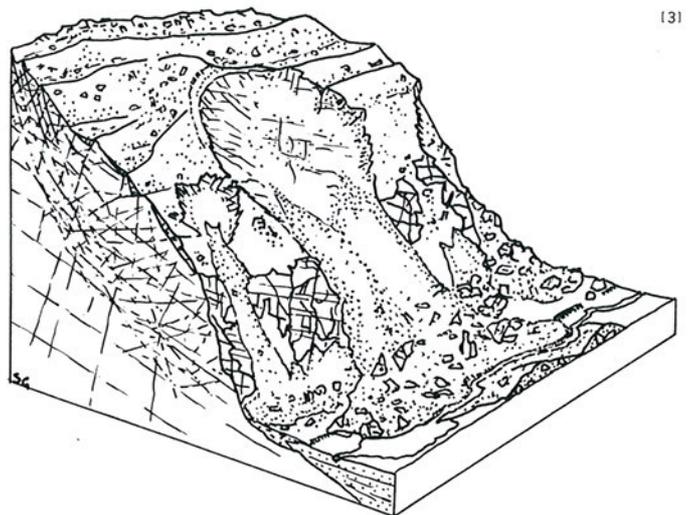
In margine a questo settore, così vistosamente deformato non è infrequente che si verificano frane di crollo anche di considerevoli dimensioni. Benché questa fase di sviluppo sia relativamente avanzata, nella parte inferiore del versante l'area coinvolta non sempre risulta sicuramente delimitabile.



(11)



(12)



(13)

Fig. 28. Versante interessato da un fenomeno di deformazione gravitativa profonda. In figura sono distinti tre settori caratterizzati da fasi evolutive diverse: iniziale (1), intermedia (2), evoluta (3). Si noti in particolare come il settore 3 si sia evoluto per frane di tipo traslazionale (con probabile componente rotazionale) e successiva valanga di detrito.

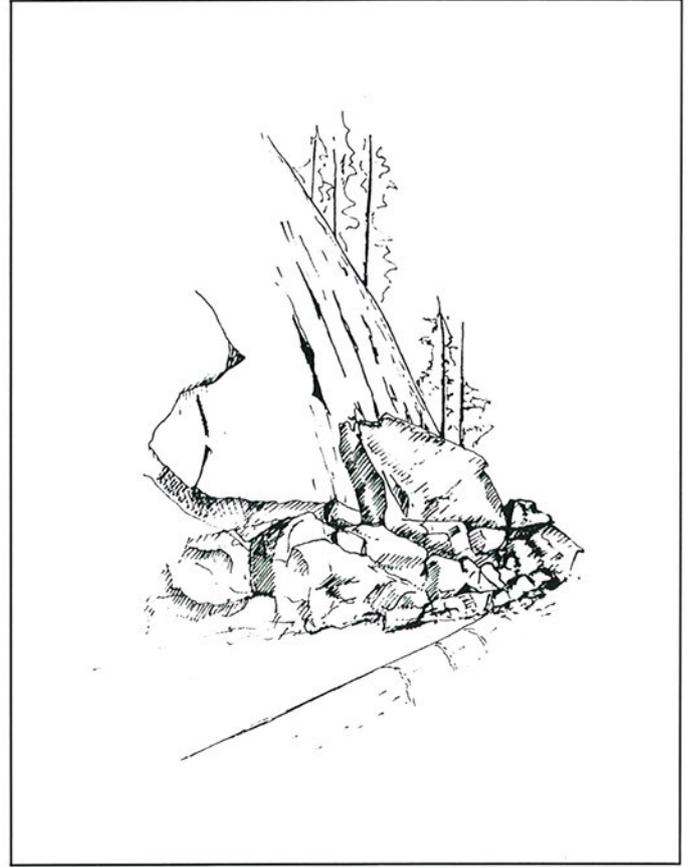
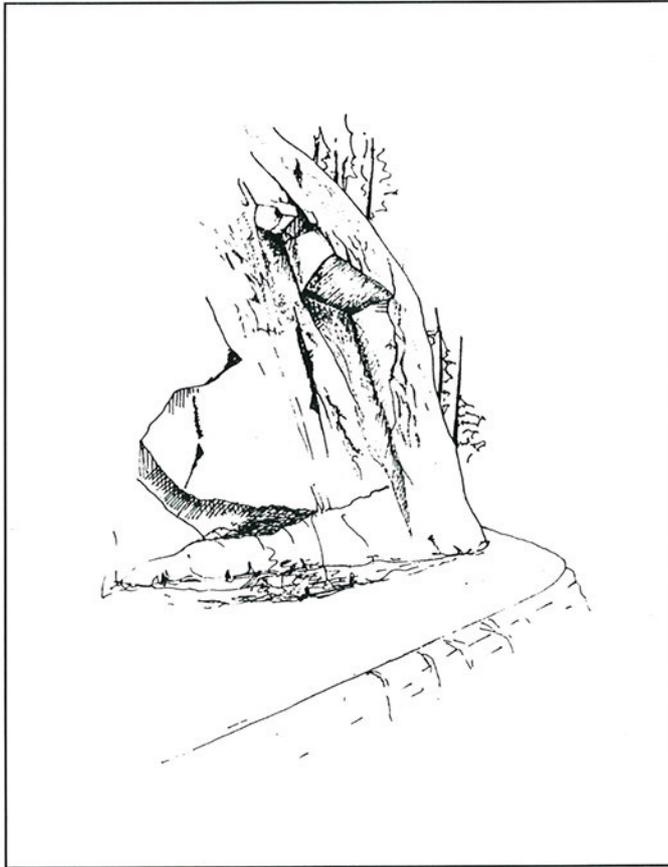


Fig. 29. I disegni evidenziano due situazioni prima e dopo il crollo parziale di una parete ad elevata inclinazione, intersecata da alcuni sistemi di discontinuità che hanno isolato una porzione rocciosa instabile rendendone cinematicamente possibile il collasso.

– stadio evoluto: in questa fase i «trench» possono assumere dimensioni talora grandiose nelle parti sommitali dei versanti, dove tendono a originarsi ben definite nicchie di frana corrispondente all'emergenza di importanti «piani» di taglio. Nei settori medio-inferiori, invece, la massa rocciosa tende a disarticolarsi ulteriormente per l'accentuazione delle dislocazioni, mentre i limiti inferiori dei fenomeni sono per lo più ben riconoscibili e talora sopravanzano la base del versante; questo aspetto si accentua quando le deformazioni gravitative evolvono per settori o totalmente verso altri tipi di frana.

In tal caso eventi a carattere intenso quali precipitazioni meteoriche eccezionali possono diventare una delle cause di parziale o totale collasso dei versanti coinvolti da deformazioni gravitative.

Crolli

Questi fenomeni si generano improvvisamente in pareti rocciose o comunque su pendii ad elevatissima inclinazione. Le condizioni predisponenti alla caduta dei materiali sono connesse alle caratteristiche litotecniche e strutturali dell'ammasso roccioso ed in particolare:

- all'orientamento dei sistemi di giunti e di discontinuità principali;
- alle caratteristiche intrinseche di tali sistemi (in modo specifico: alla persistenza, spaziatura, frequen-

za, natura, apertura, riempimento e resistenza di ogni singola discontinuità);

- ai rapporti reciproci di intersezione tra i vari sistemi di discontinuità ed alla loro relazione con possibili superfici di rottura.

Situazioni pericolose si verificano quando diversi sistemi, intersecandosi, scompongono l'ammasso roccioso in più parti isolando numerosi blocchi. In tal modo se lungo le superfici che delimitano le porzioni rocciose (per le quali il movimento risulta cinematicamente ammissibile) viene mobilizzata la resistenza al taglio disponibile, si produce il crollo delle masse instabili verso il basso in direzione esterna al pendio (fig. 29).

Sintomatica, in questi casi, la presenza di singoli blocchi già staccati dalla parete di roccia e distribuiti al piede di quest'ultima.

Il distacco di porzioni rocciose instabili può essere innescato in genere dai seguenti fattori:

- sollecitazioni di tipo dinamico (sisma o esplosioni);
- sollecitazioni indotte dall'aumento della pressione esercitata dall'acqua nelle discontinuità;
- sollecitazioni prodotte dalla presenza di ghiaccio in pressione nelle discontinuità;
- concentrazione di sforzi non equilibrati determinata ad esempio dall'esistenza di tensioni residue.

I crolli possono interessare ampi tratti di pareti rocciose coinvolgendo notevoli masse spesso disarticolate e fratturate oppure interessare limitati distacchi parie-

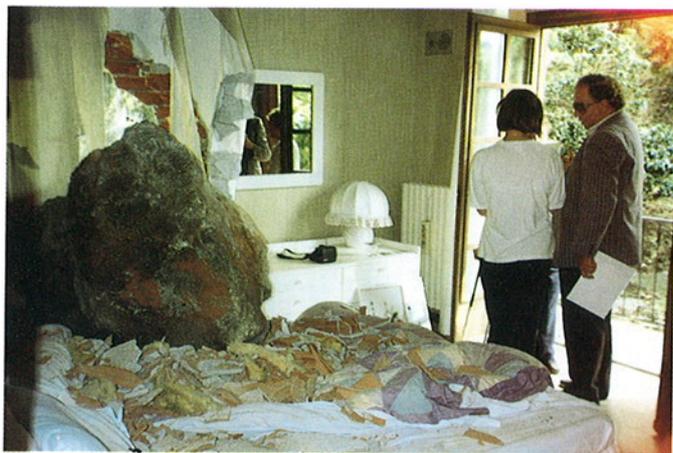


Fig. 30. Effetti indotti su di un edificio dalla caduta massi instabili staccatisi da una parete rocciosa. La foto pone in evidenza come crolli di porzioni rocciose quantunque limitate ma in grado di percorrere attraverso fenomeni di proiezione, rotolio e rimbalzo notevoli tragitti, possono risultare particolarmente pericolosi.

tali di singoli elementi rocciosi dando origine alla «caduta o scendimento massi» (fig. 30).

Tale processo è caratterizzato da quell'insieme di fenomeni di distacco, proiezione, di rimbalzo e rotolio tipici di movimenti di porzioni rocciose individuali lungo un pendio (fig. 31).

La dinamica e l'evoluzione della caduta massi è principalmente influenzata:

- dalle caratteristiche morfometriche dell'intero tragitto compreso tra la zona di impatto e quella di arresto dei blocchi instabili;
- dai coefficienti di restituzione o di smorzamento (e quindi dell'energia dissipata durante gli impatti) caratteristica dei diversi materiali costituenti la «pista di discesa» delle porzioni rocciose instabili;
- dalla forma, dimensione, grado di fratturazione dei massi coinvolti dal processo di scendimento;
- dalle irregolarità, asperità, da eventuali ostacoli e dal tipo di vegetazione presenti lungo il tragitto potenzialmente percorribile dai massi;
- dalla velocità di primo impatto dei massi al piede del pendio e dal numero degli impatti successivi;
- dall'angolo di incidenza con il terreno al momento dei diversi impatti.



Fig. 31. La pericolosità della caduta di masse rocciose di limitate dimensioni è connessa in tal caso all'esistenza di una strada che si sviluppa immediatamente a ridosso di una parete rocciosa instabile ed alla mancanza di adeguate opere di protezione.

Per una più corretta comprensione del fenomeno è importante ricordare che nelle fasi che precedono il crollo vero e proprio si possono avere dislocazioni della massa rocciosa secondo diversi meccanismi:

- attraverso movimento di scivolamento lungo piani e superfici di discontinuità
- attraverso lenti e continui fenomeni di ribaltamento (primari e secondari di diverso tipo)
- attraverso il maggior grado di libertà acquisito (in seguito a movimenti relativi) da una porzione rocciosa «chiave» che svolge un ruolo di contenimento e contrasto di masse rocciose potenzialmente instabili.

Partendo dalla constatazione che i collassi di porzioni rocciose avvengono laddove le caratteristiche locali degli ammassi rocciosi sono piuttosto scadenti, si è ritenuto opportuno classificare come «attivi» tutti i crolli riportati nelle restituzioni cartografiche in quando si suppone che la probabilità che si verifichi il fenomeno di distacco di volumi rocciosi dalle pareti che hanno prodotto il collasso cartografato, non sia trascurabile. Ciò non esclude che nuovi crolli possano avvenire in versanti ove non sono mai stati segnalati in precedenza fenomeni analoghi.

Frane con meccanismo di movimento prevalente di tipo traslativo (ambiente caratteristico: Langhe)

Si tratta di movimenti gravitativi che si determinano per traslazione di rocce e terreni lungo superfici piane (giunti di strato) e coinvolgono prevalentemente versanti di media e modesta inclinazione (fig. 32).

In genere è possibile distinguere tre diversi stadi evolutivi:



Fig. 32. Frana per scivolamento planare verificatasi lungo un versante caratterizzato da modesta pendenza.

- la maggior parte degli scivolamenti cartografati si sono attivati su versanti interessanti da chiari indizi di precedenti fenomeni gravitativi tipologicamente identici a quelli attuali (aventi geometrie dei corpi franosi strettamente condizionata da preesistenti discontinuità quali antiche scarpate e fratture talora beanti);
- i movimenti coinvolgono generalmente il substrato roccioso fino ad una profondità media di una decina di metri con dislocazioni planimetriche comprese tra alcu-



Fig. 33. La foto pone in evidenza un tipico scivolamento planare avvenuto lungo la superficie di strato ben visibile al centro dell'immagine. Le zolle traslate conservano integre le loro caratteristiche strutturali.

- La prima fase è caratterizzata dall'improvvisa apertura di fessurazioni trasversali subrettilinee, discontinue, concentrate soprattutto nella parte superiore del versante, spesso ben sviluppate anche in profondità; in questa fase le dislocazioni connesse con l'apertura delle fenditure risultano sempre moderate;
- la seconda fase si distingue dalla precedente, non già per la tipologia dei processi, ma per la persistenza nel tempo dei dissesti descritti che si ripetono per lo più nei medesimi luoghi anche quando sono oggetto di riassetamenti per intervento antropico. Le condizioni generali rimangono in media apparentemente stabili per molti anni e l'unico indizio di una instabilità crescente è fornito dall'incremento dei sistemi di discontinuità al contorno la cui distribuzione spaziale identifica un'incipiente destabilizzazione di un settore di versante;
- nella terza fase, si verifica il collasso con rapido scivolamento verso valle di masse disarticolate in più zolle che conservano spesso integre, soprattutto nel caso di traslazioni modeste, le caratteristiche del substrato roccioso in posto, anche dal punto di vista giaciturale (fig. 33). Si nota spesso l'esistenza di numerosi giunti di trazione obliqui rispetto alle fessure perimetrali e la presenza, nella zona inferiore del pendio, di sensibili rigonfiamenti.

I caratteri distintivi delle frane per scivolamento planare possono essere sintetizzati nei seguenti punti principali:

- ne decine di metri e centinaia di metri (fig. 34, 34 bis);
- le superfici di scivolamento con pendenze medie di 8-10 gradi corrispondono a giunti di stratificazione situati generalmente al contatto tra livelli sabbiosi e marnoso-siltosi;
- la direzione principale di movimento risulta sensibilmente parallela e spesso coincidente con l'immersione degli strati anche nelle situazioni in cui la pendenza generale del versante se ne discosta ampiamente.

Ogni previsione circa il momento di collasso è quasi sempre problematica. Il fattore intrinseco che determina la destabilizzazione del pendio è dovuto alla presenza di sottili livelli centimetrici sabbiosi (a scarsa cementazione) che essendo «confinati», in quanto intercalati agli strati marnosi, inducono elevate pressioni idriche in accordo con lo schema di fig. 35 generando pertanto l'insorgere del fenomeno gravitativo. È evidente quindi che il ruolo assunto dalle acque di infiltrazione è fondamentale.

Le piogge prolungate (1-2 mesi) e la fusione dell'eventuale manto nevoso hanno la funzione di alimentare fino a livelli critici gli orizzonti porosi che si succedono nella seria stratigrafica, mentre le precipitazioni relative agli eventi con durata di pochi giorni influiscono sui volumi idrici immagazzinabili lungo le principali discontinuità.

L'azione concomitante di questi fattori intrinseci determina quindi le condizioni favorevoli all'innescio dell'instabilità del versante.

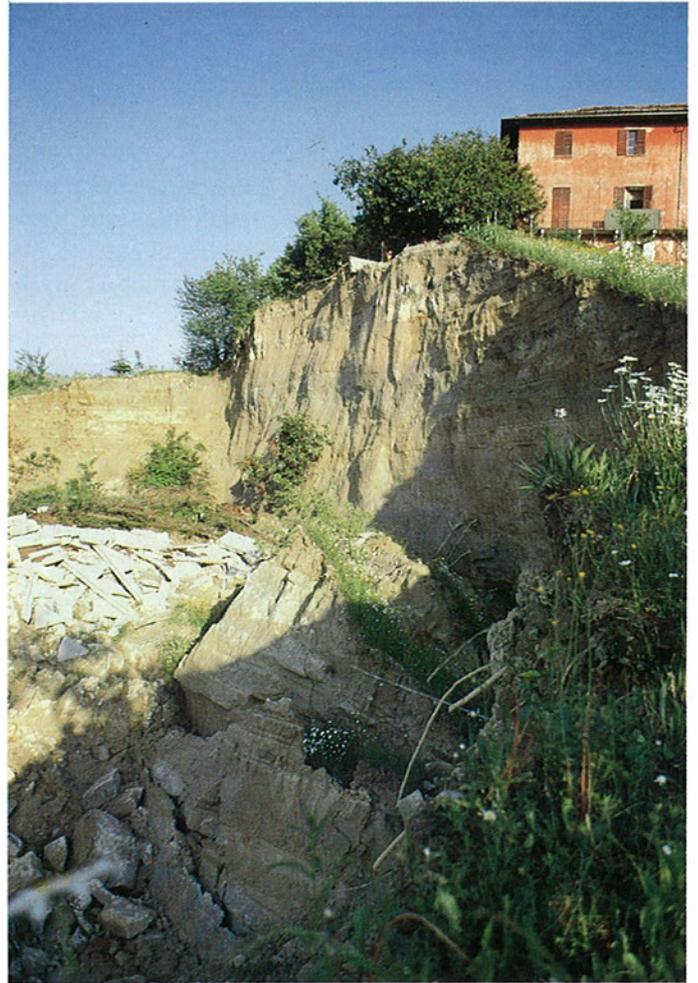
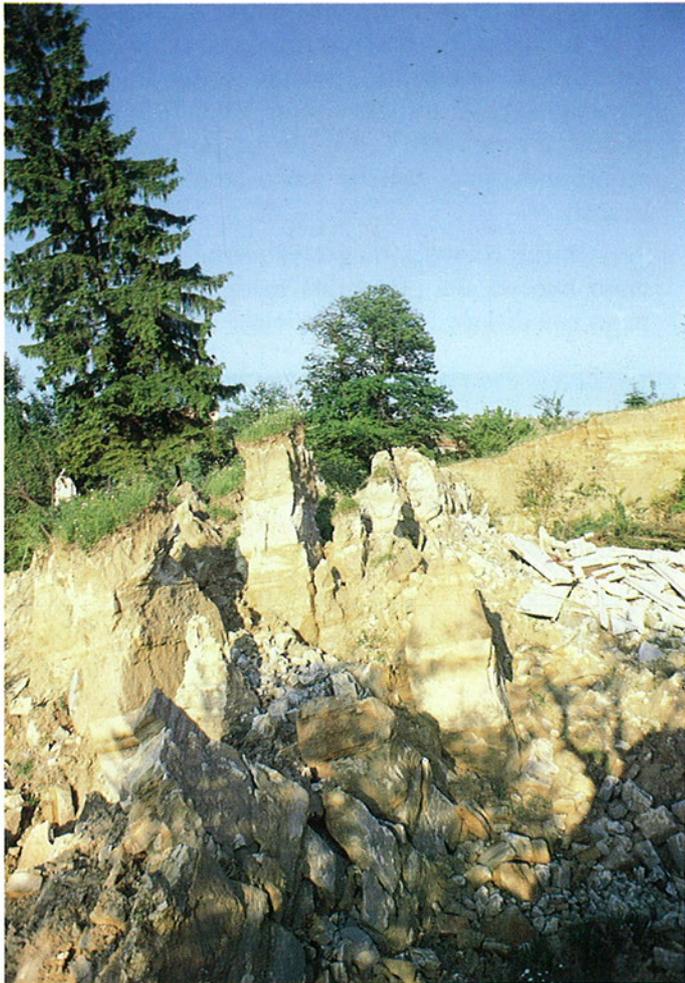


Fig. 34, 34 bis. Scarpata principale di una frana per scivolamento planare avvenuta in rocce marnoso-arenacee. In primo piano sono visibili le zolle traslate che si sono conservate sufficientemente integre nonostante lo spostamento subito.

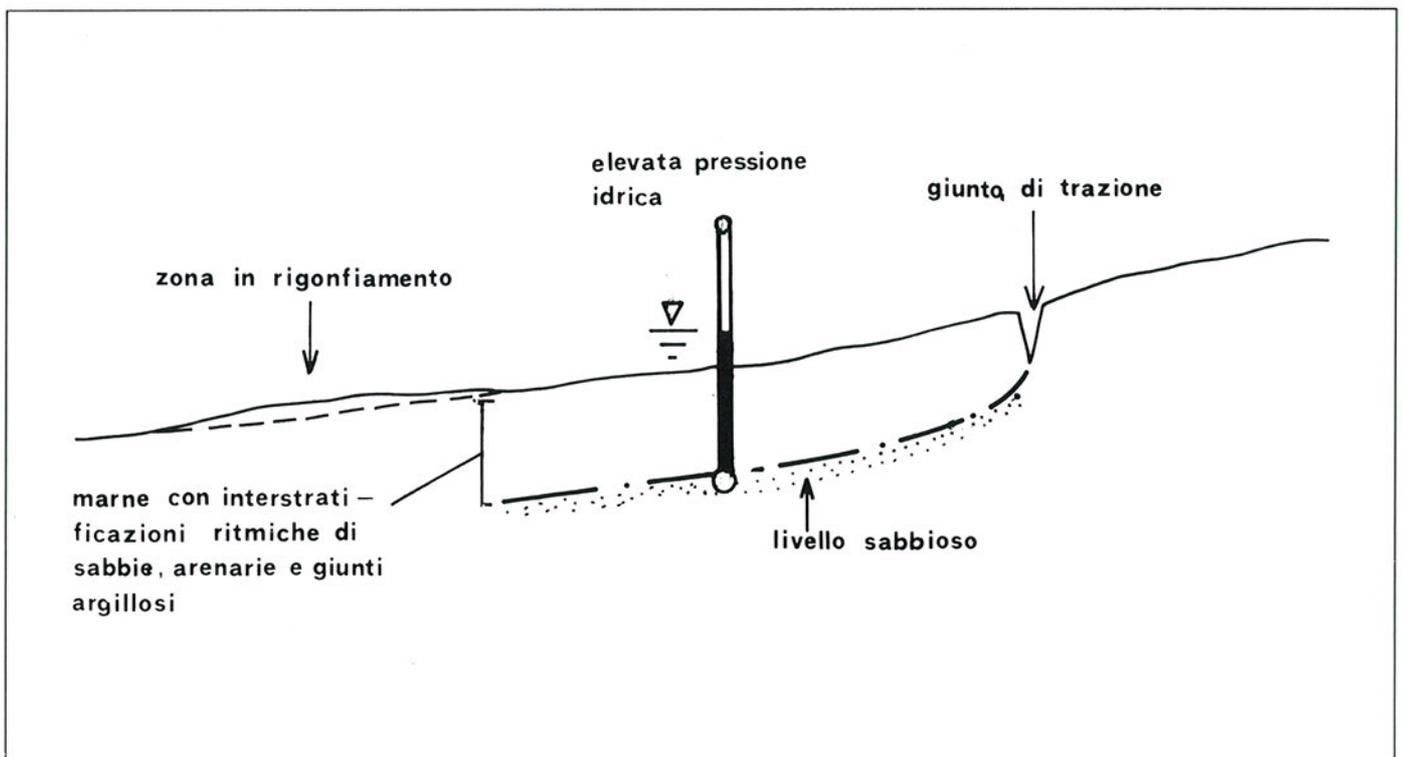


Fig. 35. Rappresentazione schematica dell'instabilità dei versanti connessa a movimenti di scivolamento planare.

Frane prevalentemente composite con meccanismi combinati per movimenti di tipo rotazionale passanti a colata (ambiente caratteristico: Astigiano)

Si tratta di fenomeni franosi la cui dinamica è condizionata da sollecitazioni che inducono un movimento di tipo rotazionale che si esaurisce verso valle in forma di colata più o meno viscosa (fig. 35 bis).



Fig. 35 bis. *Limitato ma significativo esempio di frana composta con meccanismi combinati per movimenti di tipo rotazionale passanti a colata.*

Dove prevalgono le componenti di movimento di tipo rotazionale la superficie di scivolamento è spesso concava, ma può anche essere formata da una combinazione di elementi curvi e piani lungo i quali si verificano traslazioni e rotazioni della massa coinvolta.

La scarpata principale è solitamente concava e generalmente poco inclinata, fatta esclusione per i dissesti più vasti e più profondi (10-20 m) dove appare più pendente (fig. 36, 36 bis).

Le scarpate secondarie sono presenti solo nella zona di distacco. Si notano con frequenza giunti di trazione e rilasci nelle zone di coronamento.

A volte si evidenzia lungo un fianco del movimento una serie di ondulazioni e scarpate parallele tra loro le quali si susseguono regolarmente lungo il pendio in direzione leggermente obliqua rispetto alla linea di massima pendenza. Tale fatto è da ritenersi imputabile al ruolo che la giacitura o una sua componente, gioca nella scelta della direzione lungo la quale si sviluppa il movimento.

Su pendii di notevole lunghezza e con pendenze uniformi si innescano fenomeni franosi costituiti da un insieme di movimenti parziali interagenti tra loro che si sviluppano tramite meccanismi di instabilità per richiamo a monte.

L'evoluzione di questi fenomeni nella fase di collasso è generalmente rapida e procede per fasi concatenate e successive in particolare nel tratto inferiore del corpo di frana solitamente caratterizzato da una moderata persistenza nel tempo dei movimenti.

Le frane di questo tipo interessano generalmente formazioni a prevalente componente coesiva (limosa e/

o argillosa). Si tratta in genere di minerali argillosi a bassa (kaolinite) o a media attività (ad es. illite) tendenzialmente non rigonfianti, caratterizzati da valori di resistenza al taglio residua generalmente superiori ai 15°-20°.

Studi condotti a carattere locale sembrano porre in evidenza un rapporto di causa ed effetto tra eventi di pioggia prolungati e movimenti franosi di questo tipo.



Fig. 36, 36 bis. *Parte sommitale del corpo di frana: configurazione caratteristica determinata da sollecitazioni che inducono un movimento di tipo rotazionale lungo superfici di scivolamento concave.*

Frane con movimento prevalentemente per colata (ambiente caratteristico: Val Borbera)

Sono frane caratterizzate generalmente da notevole lentezza che si innescano lungo versanti di pendenza varia, ma i movimenti persistono anche su settori a modestissima inclinazione (4° - 5°) (fig. 37).



Fig. 37. Tipico fenomeno franoso che si evolve per colamento. La forma caratteristica del corpo di frana suggerisce l'idea di un movimento lento e continuo della massa per processi di deformazione viscosa.

I colamenti si manifestano diffusamente soprattutto in pendii modellati in formazioni a prevalente componente argillosa e/o limosa (ad esempio: sequenze più o meno regolari di livelli argillosi intercalati a strati lapidei di varia natura e consistenza, argille con stratificazione obliterata, inglobanti abbondanti frammenti e blocchi lapidei di natura diversa presenti disordinatamente nella massa).

Si tratta in genere di minerali argillosi fortemente «attivi» talora ad elevata capacità di rigonfiamento (ad esempio: smectite) caratterizzati da valori di resistenza al taglio residua quanto bassi.

Il cinematismo di tali fenomeni risulta piuttosto complesso; il movimento si verifica per processi di deformazione viscosa della massa coinvolta e per scorrimento lungo superfici, non sempre definite e continue, poste al contorno della massa stessa (fig. 38). Da ciò deriva che la distribuzione delle velocità di spostamento risulta variabile nello spazio ed in generale risulta maggiore al centro rispetto ai bordi e maggiore in superficie piuttosto che in profondità.

Già nella fase iniziale l'instabilità è denunciata da significativi indizi corrispondenti a deboli ondulazioni del terreno che si traducono progressivamente in una serie di rigonfiamenti ed avvallamenti. In una fase evolutiva più avanzata tali forme tendono a disporsi secondo archi di cerchio trasversali alla direzione di movimento e, nella massa mobilizzata, compaiono temporanee fessurazioni subparallele.

Il movimento si innesca talora con modalità diverse

da quelle tipiche di una deformazione viscosa (ad esempio in unità flyschoidi in cui si possono verificare in un primo momento degli scivolamenti di tipo traslativo), ma si evolve in breve tempo sotto forma di colata. La resistenza al taglio disponibile viene in genere mobilizzata in seguito ad incrementi delle pressioni interstiziali; anche modeste variazioni sono sufficienti per in-



Fig. 38. Frana con meccanismo prevalente di colata. In primo piano la caratteristica forma lobata dell'accumulo.

durre il movimento di masse potenzialmente instabili o per determinare modificazioni significative delle velocità di spostamento.

La configurazione dei pendii spesso gioca un ruolo determinante nello sviluppo delle colate che tendono a manifestarsi in corrispondenza a depressioni, deboli incisioni ed avvallamenti dei versanti.

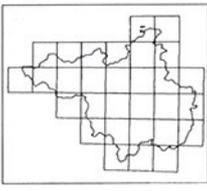
Il corpo di frana si presenta prevalentemente stretto ed allungato (con una certa frequenza esso è caratterizzato geometricamente da valori di lunghezza pari a 3-20 volte la sua larghezza).

La massa in movimento può suddividersi (in particolare nel tratto terminale) in più lobi con velocità di spostamento spesso diverse.

Pur non esistendo studi sistematici relativi alle relazioni tra precipitazioni e queste particolari tipologie di dissesto, è stato comunque messo in evidenza che (per lo meno nell'ultimo ventennio) le colate si sono verificate con maggior frequenza in seguito a periodi caratterizzati da piogge prolungate; allo stesso modo l'approccio di tipo osservazionale (anche se applicato ad un numero limitato di casi) sembrerebbe confermare che la velocità di spostamento di masse già in movimento subisce degli incrementi con un certo ritardo di tempo rispetto al periodo delle precipitazioni più intense; in particolare la velocità di evoluzione delle deformazioni viscosi sembrerebbe dipendere dalla quantità di precipitazione cumulata nei mesi immediatamente precedenti.

GEOS - BANCA DATI GEOLOGICA

I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
CORPO REGIONALE DI STUDI GEOLOGICI, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
CONDOTTA DAL DOTT. ORLANDO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
SCIENTIFICA FINANZIATA DAL MINISTERO DELL'INTERNO, IN UN
SCHEMMA CONNESSO AD EVENTI IDROLOGICI E SISMICI NEL TERRITORIO
PIEMONTESE, A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
SPECIFICI, IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO,
METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.



FOGLIO J.G.M. 71
VOCHERA

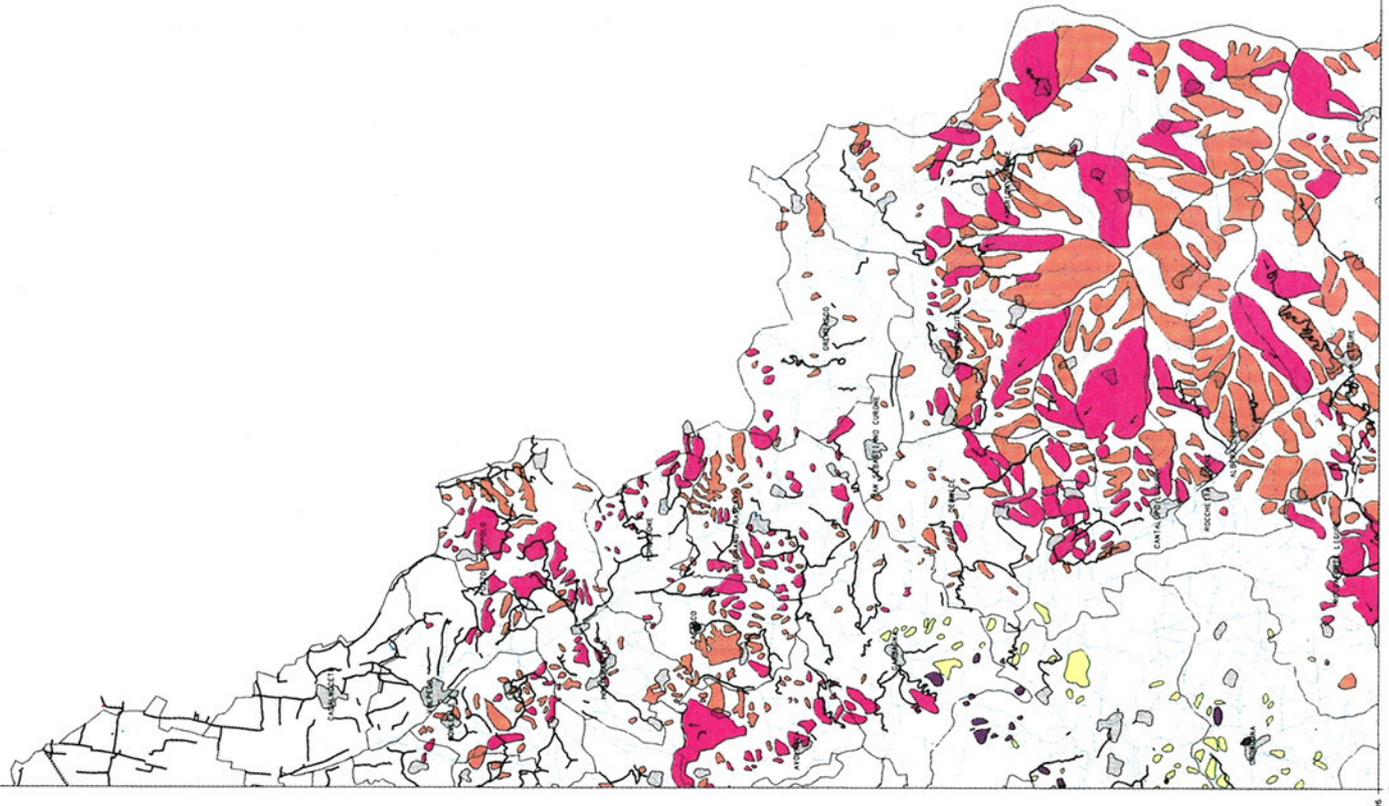
LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
SCALA 1:100000.

SCALA 1:100'00

FRANE

	FRANE ANTICHE O RECENTI, RIGUARDANTI IL SUBSTRATO CARATTERIZZATE DA ATTIVAZIONI PIU' O MENO RICORRENTI NEGLI ULTIMI 50 ANNI.
	FRANE ANTICHE O RECENTI, RIGUARDANTI IL SUBSTRATO CARATTERIZZATE DA ATTIVAZIONI PIU' O MENO RICORRENTI NEGLI ULTIMI 50 ANNI.
	FRANE PRESENTEMENTE COMPLESSE, CON MECCANISMI COMBINATI, PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO. LE ATTIVAZIONI SONO PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO.
	FRANE PRESENTEMENTE COMPLESSE, CON MECCANISMI COMBINATI, PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO. LE ATTIVAZIONI SONO PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO.
	FRANE PRESENTEMENTE COMPLESSE, CON MECCANISMI COMBINATI, PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO. LE ATTIVAZIONI SONO PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO.
	SETTORE DI FRANA PARTICOLARMENTE ATTIVO
	FRANE PRESENTEMENTE COMPLESSE, CON MECCANISMI COMBINATI, PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO. LE ATTIVAZIONI SONO PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO.
	ROLLI DIFFUSI
	ROLLI INCANALATI
	FRANE PER LO PIU' ANTICHE, RIGUARDANTI IL SUBSTRATO CARATTERIZZATE DA DIFFUSA DUESCIENZA, POSSIBILI RIATTIVAZIONI.
	FRANE CON MECCANISMI DI MOTO TIPO, SPESSE COMBINATI, DEFORMAZIONI ASSOCIATE A UNO O PIU' TIPI DI ATTIVAZIONI, COLLABORANTI E A VOLTE ANCHE AMBIENTE CARATTERISTICO NOTI.
	FRANE PRESENTEMENTE COMPLESSE, CON MECCANISMI COMBINATI, PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO. LE ATTIVAZIONI SONO PRESENTI IN UN'AMBITO LOCALIZZATO, MA CHE PRESENTANO CARATTERI DI DIFFUSIONE SU UN'AMBITO PIU' ESTESO.
	FRANE CON MECCANISMI DI MOTO TIPO, SPESSE COMBINATI, DEFORMAZIONI ASSOCIATE A UNO O PIU' TIPI DI ATTIVAZIONI, COLLABORANTI E A VOLTE ANCHE AMBIENTE CARATTERISTICO NOTI.

	INDICI MORFOLOGICI E STRUTTURALI DI DEFORMAZIONE GRAVITATIVA PROFONDA
	FRANA NON CARTOGRAFABILE



Carta tematica dei settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni della copertura superficiale*

Si tratta di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Sono frane generalmente di modesta dimensione e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale (fig. 39).



Fig. 39. Frane per fluidificazione e colamento rapido dei terreni della copertura superficiale. La foto evidenzia l'elevata densità areale di tali fenomeni.

Il dissesto si manifesta con uno scivolamento ed evolve rapidamente in colata quando possibile incanalata entro linee di drenaggio o deboli incisioni ed avvallamenti (fig. 40, 40 bis). Oltre ai terreni di copertura ed al «mantello vegetale» risultano coinvolti talora anche frammenti del substrato alterato.

L'azione innescante è attribuibile alle elevate quantità di acqua rapidamente infiltratesi negli orizzonti più superficiali dei suoli; quantità non smaltibili celermente verso gli orizzonti più profondi e meno permeabili o attraverso il substrato roccioso. Ne consegue un processo più o meno rapido di saturazione di parte o di tutta la coltre dei terreni sciolti; si forma quindi una temporanea falda acquifera parallela al versante.

In altri casi il substrato roccioso, altamente fessurato, funge da «serbatoio» ingenerando, in seguito a notevoli apporti idrici sotterranei, elevate sovrappressioni all'interfaccia suolo-roccia (in particolare per suoli di natura limosa o argillosa) a causa della differente permeabilità e conduttività idraulica dei due diversi orizzonti; questo incremento di pressione idrica determina quindi condizioni critiche di instabilità della coltre superficiale.

La velocità di spostamento verso valle delle masse in

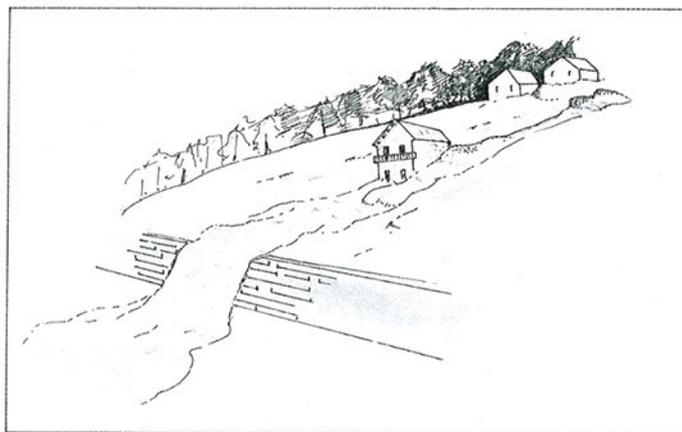


Fig. 40, 40 bis. Nella foto e nella figura sono illustrate due situazioni connesse a fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni superficiali che si sono verificati lungo avvallamenti o deboli depressioni del pendio provocando seri danni agli edifici ivi presenti.

frana sembra essere compresa tra i 2 e i 9 m/s mentre le distanze percorribili al piede del versante, dal materiale fluidificato, possono essere talora elevate.

La distribuzione delle frane superficiali prodotte da eventi di pioggia è diffusamente condizionata dalle caratteristiche morfologiche dei versanti. Le pendenze medie sono comprese tra 16° e 45° con relativa maggiore frequenza tra 25° e 35°. La nicchia di distacco è per lo più situata in un punto di inflessione del pendio, frequentemente alla testata dei tributari di primo ordine dove le pendenze locali sono superiori a 30°. Un ruolo importante hanno le ondulazioni del terreno sviluppate parallelamente alle linee di maggior pendenza ed i terrazzi sia di modellamento antropico sia naturale (fig. 41, 41 bis); gli avvallamenti o piccole depressioni nelle quali possono concentrarsi maggiori quantità di acqua, sono quasi sempre sede di franamenti con elevata fluidificazione dei materiali. La miscela altamente mobile così formata, si incanala nelle incisioni vallive sottostanti fino a raggiungere la rete idrografica principale, della quale va ad alimentare in modo considerevole il trasporto solido. Nella maggioranza dei casi non è visibile al piede di queste frane una zona d'accumulo.

I fenomeni descritti si sviluppano con maggiore fre-

* La parte descrittiva è tratta da: GOVI M., MORTARA G., SORZANA P.F. (1985), *Eventi idrologici e frane*. Geol. Applicata e Idrogeol. 20 (2), 359-375.

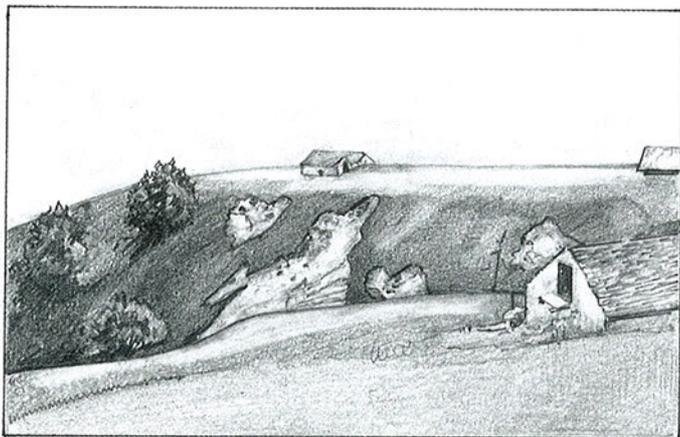


Fig. 41, 41 bis. La foto e la figura pongono in evidenza alcuni fenomeni franosi che si sono innescati, durante eventi piovosi particolarmente intensi, per saturazione e successiva fluidificazione dei terreni superficiali. I motivi morfologici caratteristici delle due zone hanno fortemente condizionato lo sviluppo dei dissesti. I movimenti si sono verificati infatti lungo le scarpate di terrazzi (artificiali e naturali) le cui superfici superiori, piane, hanno certamente favorito la concentrazione e la penetrazione nel terreno di elevate quantità d'acqua.

quenza su versanti a pascolo e prato o su coltivi. Sotto l'azione di piogge prolungate e di elevata intensità non rimangono indenni le zone coperte da bosco, soprattutto quando questo è costituito da piante con sviluppo radicale poco profondo. Le coltri detritiche costituite da materiali prevalentemente grossolani, risultano scarsamente interessate da questo tipo di dissesti, a causa della loro elevata permeabilità.

La concentrazione dei fenomeni per unità di superficie varia in funzione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento, da qualche frana per kmq fino ad oltre 100 frane per kmq.

Un sistematico studio dei movimenti gravitativi prodotti nei terreni della copertura superficiale, durante eventi straordinari di pioggia, (condotto dal CNR-IRPI di Torino) ha messo in luce che esiste una correlazione tra frane e altezze di precipitazione. I valori critici di pioggia che innescano i primi processi di instabilità va-

riano da luogo a luogo principalmente in funzione della piovosità media annua, dell'intensità e della stagionalità.

Nell'ambito di questa ricerca sono state prese in considerazione quaranta aree provviste di stazioni pluviometriche distribuite con buona omogeneità su quasi tutto il territorio piemontese sia in zona alpina che collinare appenninica.

Tale ampia distribuzione geografica ha consentito di indagare su settori molti diversi per litologia, morfologia, altimetria, copertura vegetale e piovosità media.

Da una analisi di dettaglio degli eventi pluviometrici più significativi è stato possibile individuare sui pluviogrammi tre diversi livelli critici di precipitazione con relative intensità orarie, corrispondenti ad altrettante fasi di sviluppo dei franamenti (iniziale, media, catastrofica). Da questa ricerca è risultato che, in aree caratterizzate da condizioni confrontabili per presenza di terreni eluvio-colluviali, per pendenze comprese tra 20° e 40°, per coperture vegetali di scarsa efficienza protettiva, i fenomeni franosi per fluidificazione dei suoli possono innescarsi e svilupparsi a vari livelli di gravità solo se vengono superati determinati valori critici di precipitazione, caratteristici per ciascuna zona (per entità e tempi di ritorno), in stretta relazione alla locale quantità di precipitazione media annua.

Tali valori critici di precipitazione possono variare entro intervalli relativamente ristretti in funzione dei seguenti parametri complementari:

- intensità oraria delle piogge durante gli eventi, soprattutto nelle fasi finali;
- quantità di pioggia che ha preceduto gli eventi.

In base ai risultati acquisiti, attraverso una operazione di incrocio tra carta delle pendenze, della copertura vegetale e dei suoli e delle isoiete sono stati individuati e riportati nella cartografia qui illustrata a titolo esemplificativo i settori maggiormente vulnerabili da questo tipo di dissesto. Nell'istogramma di fig. 42 sono distinte le aree vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei suoli in funzione dei diversi bacini idrografici.

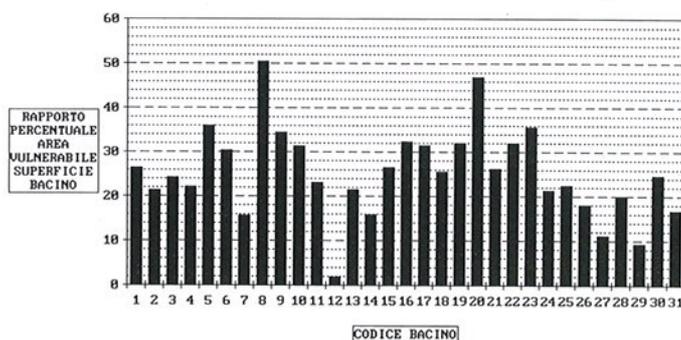


Fig. 42. Aree vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei suoli espresse in percentuale dell'area totale occupata dai seguenti bacini idrografici:

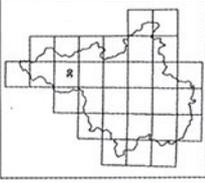
Toce (1), Melezzo orientale (2), Lago Maggiore (3), Agogna (4), Sesia (5), Cervo (6), Elvo (7), Chiusella (8), Orco (9), Stura di Lanzo (10), Malone (11), Ceronda (12), Dora Riparia (14), Chisone (15), Pellice (18), Alto Po (17), Varaita (18), Maira (19), Grana (20), Stura di Demonte (21), Gesso (22), Pesio (23), Tanaro (24), Belbo (25), Bormida (26), Orba (27), Scrivia (28), Curone (29), Dora Baltea (30), Po (31).



REGIONE PIEMONTE
 SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO
 GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO

GEOS - BANCA DATI GEOLOGICA

I DATI GEOMORFICI, DERIVANTI DA CARTOGRAFIE ELABORATE DA
 C. N. I. - I. P. P. - D. I. TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
 COORDINATA DAL DOTT. N. GOVI, TESA A VALUTARE IL RI-
 SCHIO CONNESSO AD EVENTI TOROLOGICI NEL TERRITORIO
 SPECIFICI, IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLO-
 GICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

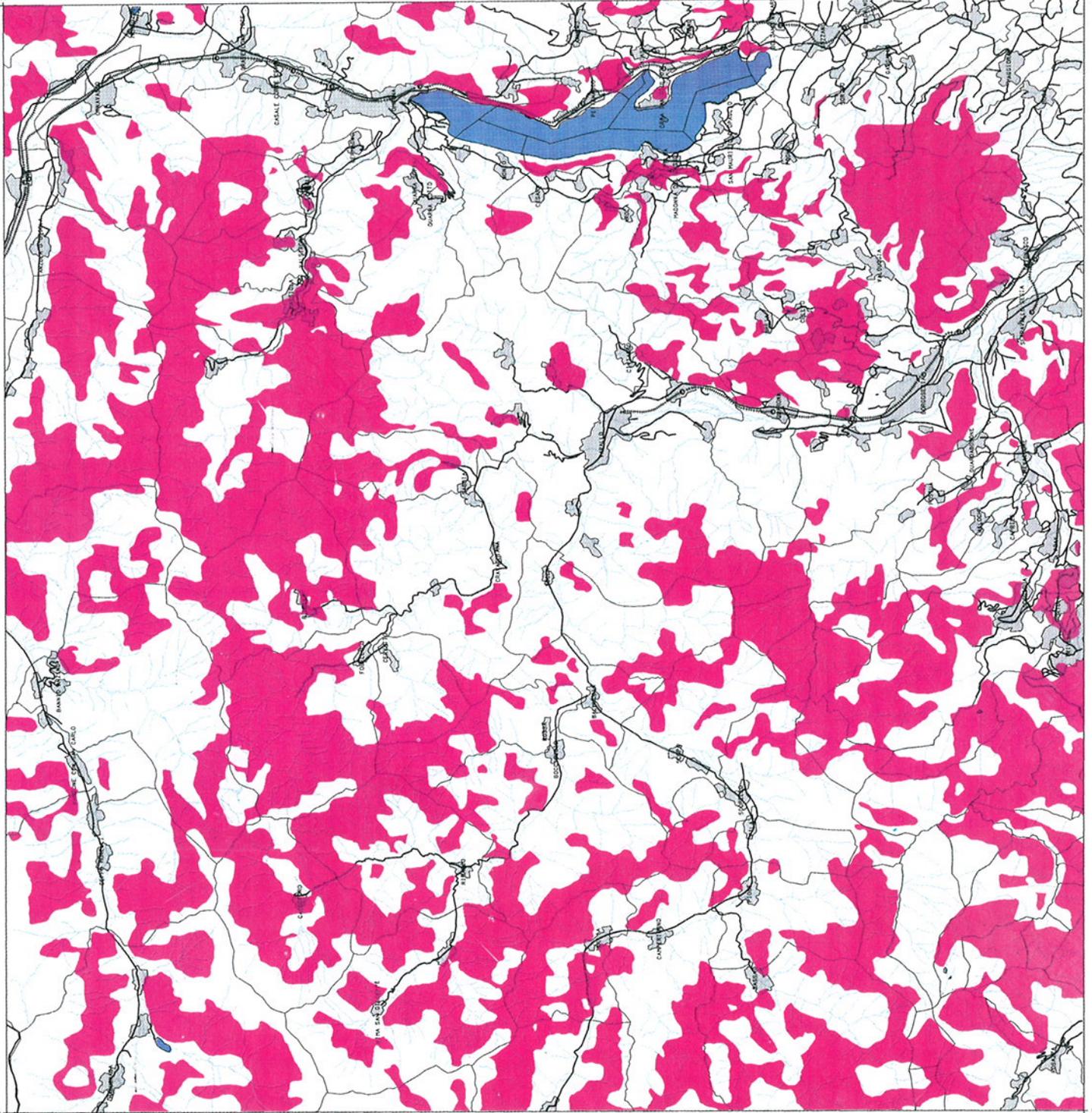


FOGLIO I. G. M. 30
 VARALLO

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 SCALE 1:100.000, DELL'I.G.P., ALLA
 SCALE 1:100.000.

SCALA 1:100000

**SETTORI DI VERSANTE VULNERABILI
 DA FENOMENI FRANOSI PER FLUIDI-
 FICAZIONE DEI TERRENI INCOERENTI
 DELLA COPERTURA SUPERFICIALE**



52732

5094415

504804

509774

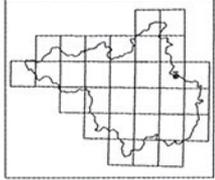
52734

5094415

504804

509774

GEOS - BANCA DATI GEOLOGICA
I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
C.N.R. - I.P.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
COORDINATA DAL DOTT. M. GOVI, TESA A VALUTARE IL RI-
PERIENESSA DEI SUOI DATI GEOLOGICI PER LA PREVENZIONE
PIEMONTESE, CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
SPECIFICI, IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLO-
GICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

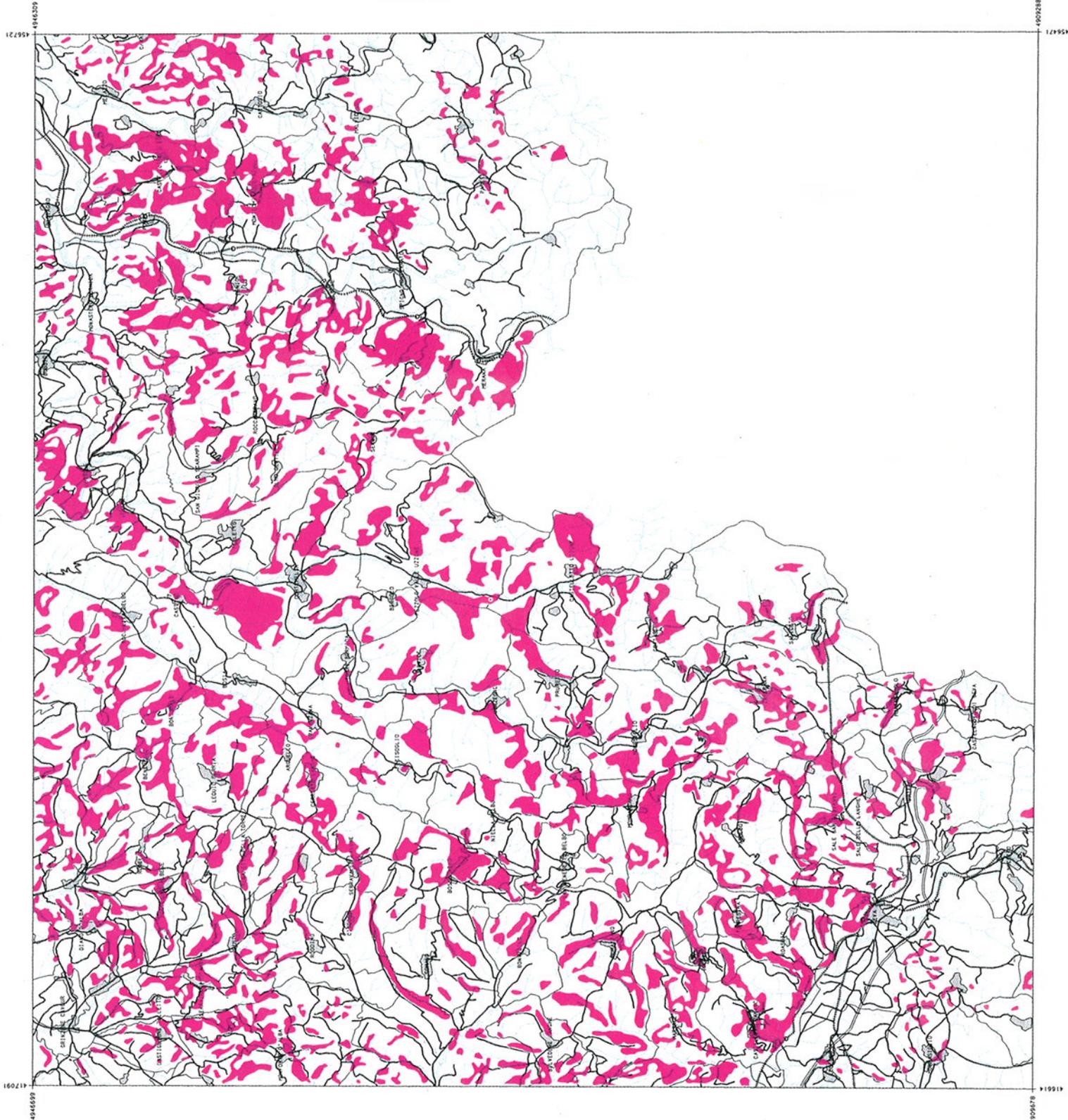


FOGLIO I.G.M. 81
CEVA

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
PRELIEVATE DALLA CARTA I.G.M. ALLA
SCALA 1:100.000.

SCALA 1:100000

SETTORI DI VERSANTE VULNERABILI
DA FENOMENI FRANOSI PER FLUIDI-
FICAZIONE DEI TERRENI INCOERENTI
DELLA COPERTURA SUPERFICIALE



Carta tematica degli alveo-tipi e delle massime portate misurate o indirettamente valutate

Nell'ambito dello studio inerente la valutazione della pericolosità connessa ad eventi idrologici è stata condotta una ricerca consistente nell'analisi delle forme caratteristiche assunte dagli alvei negli ultimi 40 anni. Ciò ha comportato l'esame di numerosi tronchi d'alveo mediante fotointerpretazione di aereo-fotografie eseguite negli anni 1978-79. La persistenza nel tempo degli alveo-tipo così classificati è stata verificata tramite confronto con diverse basi topografiche e con le aereofotografie scattate in serie ripetute negli ultimi 40 anni.

È stato così possibile dedurre per buona parte della rete idrografica piemontese i processi prevalenti attraverso i quali si è sviluppato un certo tipo di modellamento e dedurre di conseguenza utili indicazioni sulle più probabili tendenze evolutive e sul grado di stabilità planoaltimetrica dei corsi d'acqua.

Nelle restituzioni cartografiche allegate i tronchi d'alveo vengono distinti con tratti diversamente colorati e vengono differenziati in funzione dell'ambiente caratteristico (alpino, collinare ed appenninico, di pianura).

Assieme alla distinzione degli alveo-tipi in cartografia sono pure indicati i punti di misura (pallino a cui è associato un codice numerico) delle massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua piemontesi. Le informazioni sono state ricavate^(*) da un esame dettagliato delle pubblicazioni ufficiali di studi e di relazioni talora inedite reperite presso gli Enti interessati.

Le informazioni disponibili sono essenzialmente di due tipi:

- portate massime al colmo osservate alle stazioni idrometrografiche. Si tratta di valori generalmente ottenuti estrapolando la scala dei deflussi relativa alla sezione considerata;
- valori di portata ricavati da misure indirette. In genere, eccettuato il caso in cui la piena sia passata su una traversa o sullo sfioratore di un'opera di sbarramento, si procede al rilievo altimetrico dei segni lasciati dalla piena sulle sponde e al rilievo di alcune sezioni trasversali. Metodi collaudati permettono di valutare la portata, assegnata la scabrezza dell'alveo nel tronco considerato. A questo tipo appartengono dati raccolti in corsi d'acqua privi di stazioni di misura interessati da eventi di piena che, per la loro gravità, furono oggetto di indagini idrologiche.

(*) ANSELMO V. (1985), *Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua subalpini*. Atti e Rass. Tecn. Soc. Ing. e Arch. in Torino, 118 (10-12), 245-275.

Carta tematica delle conoidi potenzialmente attive e della frequenza dei fenomeni di trasporto in massa connessi all'attività torrentizia nei tributari minori*

I rilievi montuosi sono interessati da un reticolo idrografico minore costituito in gran parte da incisioni torrentizie ad elevata pendenza nelle quali, per effetto di piogge intense, si possono generare improvvise pulsazioni di piena. Questi eventi talora si manifestano con estrema violenza, provocando radicali modificazioni degli alvei ed effetti anche gravissimi sulle conoidi allo sbocco nelle vallate principali (fig. 43).



Fig. 43. *Danni ad un centro abitato provocati dalla violenta attività torrentizia in conoide. Si notino le dimensioni dei materiali trasportati e depositati durante l'episodio di piena.*

L'attività torrentizia che si può manifestare nelle conoidi edificate da parte di piccoli tributari allo sbocco in fondovalle viene generalmente sottovalutata; molti sono invece gli esempi della pericolosità di tale fenomeno. I danni più gravi che si sono registrati durante gli eventi alluvionali verificatisi nell'ultimo ventennio sono stati determinati soprattutto dall'azione svolta, con particolare intensità, da piccoli torrenti.

La pericolosità dei processi deriva principalmente dalle ingenti quantità di materiale solido spostate e dal breve intervallo di tempo entro il quale questi fenomeni solitamente si innescano e si esauriscono (da 15 minuti ad 1 ora circa).

Quando la portata di un torrente, di norma modesta o talora insignificante, subisce un incremento, nell'alveo si creano turbolenze che innescano i primi locali fenomeni di erosione delle sponde e di trasporto sul fondo. Si verifica quindi la mobilitazione e fluidificazione di elevate quantità di materiali alluvionali e detritici di differente pezzatura e granulometria presenti in alveo (o in prossimità di questo) sino, talora, alla completa asportazione dei materiali sciolti lungo l'asta torrentizia (fig. 44, 44 bis).

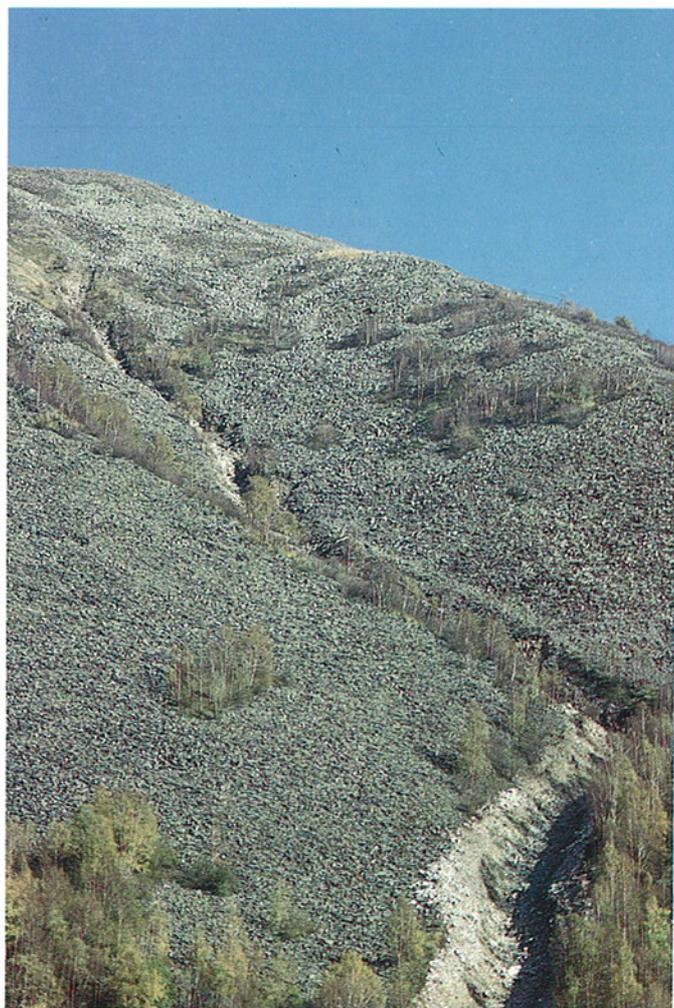


Fig. 44, 44 bis. *Incisioni torrentizie interessate dalla completa asportazione dei materiali sciolti presenti lungo l'asta, in seguito a fenomeni di trasporto in massa.*

Sono fenomeni rapidi ed improvvisi la cui entità (in termini di volumi solidi associati a determinate portate di piena) è difficilmente quantificabile in quanto si tratta di processi «autoalimentanti». La massa coinvolta, infatti, muovendosi rapidamente verso valle, prende continuamente in carico altro materiale solido generando variazioni notevoli delle portate di colmo lungo tratti anche limitati dell'asta torrentizia. In altri casi i deflussi «istantanei» sono spesso amplificati per improvviso cedimento di temporanei sbarramenti in alveo pro-

* La parte descrittiva è tratta in larga parte da: MORTARA G. (1987), *Processi torrentizi*. In «Manuale per la prevenzione dei pericoli ambientali», Amm. Prov. Torino, Torino, 16-24.

dotti da frane e da tronchi d'albero accatastati, con restituzione repentina, anche attraverso un'unica pulsazione, di notevoli volumi d'acqua associati a materiali solidi di ogni dimensione.

Laddove particolari condizioni morfologiche e topografiche lo consentono i materiali più grossolani vengono abbandonati selettivamente ai lati, formando caratteristiche cordonature (fig. 45, 45 bis).



Fig. 45, 45 bis. Le foto sono relative ad un limitato ma significativo episodio di trasporto in massa. Si notino in particolare le caratteristiche cordonature laterali e le tracce sui tronchi dell'altezza massima raggiunta dalla miscela solido-liquida. In questo caso la massa mobilizzata risulta essere composta prevalentemente da materiale sufficientemente fine.

Il processo di trasporto in massa si esaurisce nel settore di conoide ove la miscela solido-liquida, che può raggiungere il volume di diverse decine di migliaia di metri cubi, si espande, suddividendosi in più lobi (fig. 46).

Le numerose osservazioni compiute dai Ricercatori del CNR-IRPI in seguito agli eventi alluvionali degli ultimi anni sommate ad uno studio sistematico di caratte-



Fig. 46. Conoide interessata da processi di trasporto in massa indotti da eventi piovosi particolarmente intensi e concentrati. La miscela solido-liquida mobilizzata si è distribuita espandendosi in più lobi.

rizzazione tipologica di numerosi bacini (in funzione della maggiore disponibilità in alveo di materiali sciolti, delle caratteristiche morfometriche delle aste torrentizie, della presenza nel bacino di invasi naturali e/o masse glaciali, della maggiore o minore propensione all'instabilità dei versanti e delle condizioni idrologiche e climatiche dell'area) ha consentito di valutare la potenziale attività parossistica dei torrenti montani (sia lungo l'asta, sia in conoide) durante gli eventi di piena.

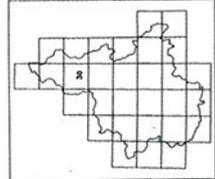
In base ai dati storici d'archivio (analizzati a partire dal 1830) è stato inoltre possibile individuare nei vari bacini quei tributari che negli ultimi cento anni sono stati sede di violente manifestazioni del tipo descritto (non necessariamente in conoide) ricavandone una scala di frequenza così come riportato nella cartografia allegata.

I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL C.N.R. - I.R.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA COORDINATA DAL DOTT. M. COVILLO. TESA A VALUTARE IL RISCHIO CONNESSO AD EVENTI NATURALI DI TIPO METEOROLOGICO, PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI CONNESSI PER ALCUNI ASPETTI SPECIFICI. IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

FOGLIO I.G.M. 30
 VARALLO

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO STATE DERIVATE DALL' I.G.M. ALLA SCALA 1:100000.

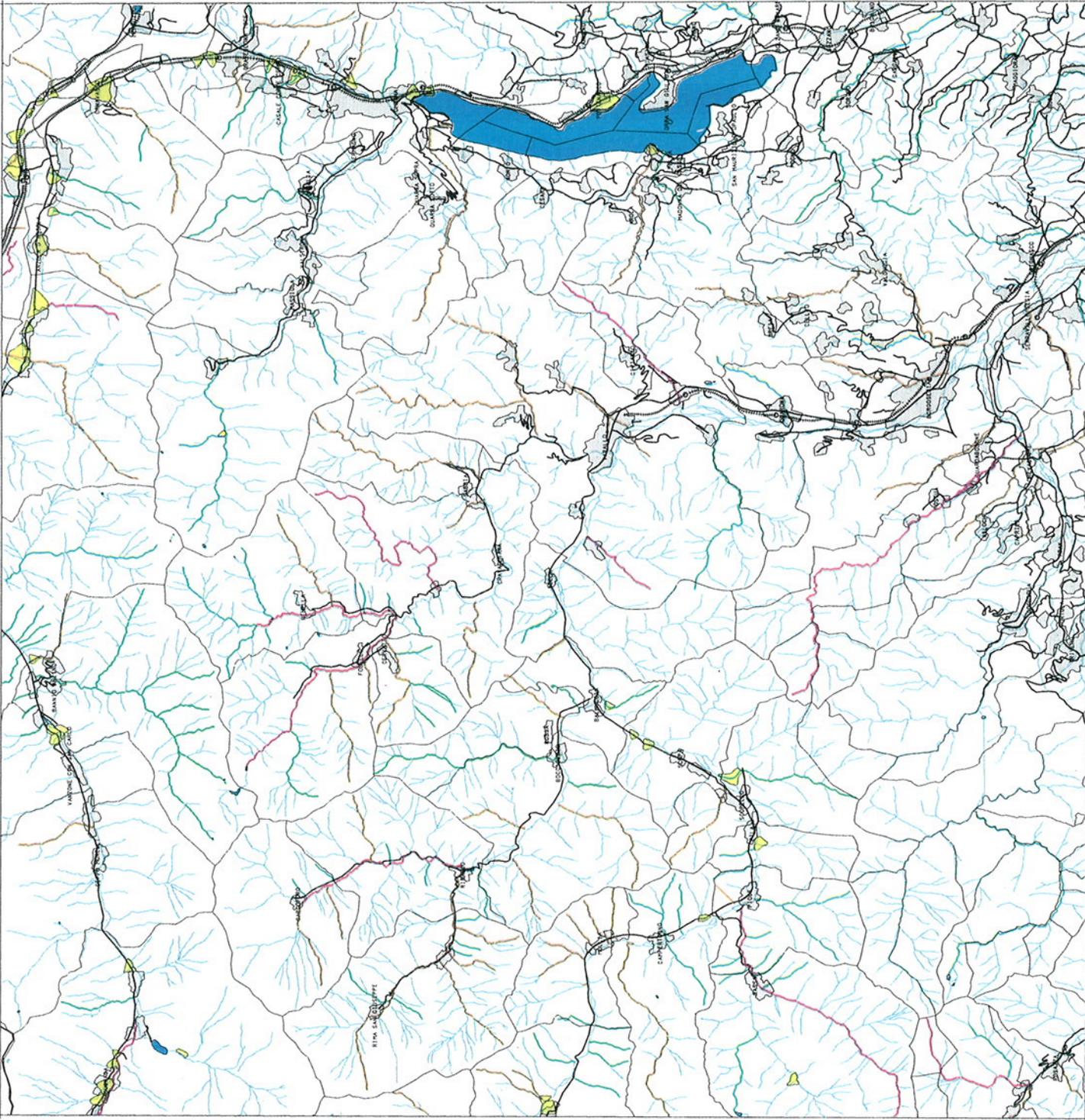
SCALA 1:100000



**CONIODI POTENZIALMENTE ATTIVE E FREQUENZA
 DEI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA
 CONNESSI ALLA ATTIVITA' TORRENTIZIA IN
 TRIBUTARI MINORI**

CASI DOCUMENTATI DI VIOLENTA ATTIVITA' TORRENTIZIA (TRASPORTO IN MASSA DURANTE EVENTI DI PIENA) IN TRIBUTARI MINORI. EPISODI NEL PERIODO 1830 - 1981.
1 - 2 CASI
3 - 5 CASI
6 - 10 CASI
PIU' DI 10 CASI

CONDIZIONI POTENZIALMENTE ATTIVE INDIVIDUATE IN BASE ALLA CARATTERIZZAZIONE TOPOLOGICA DEI VARI BACINI RILAVATA IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI MORFOLOGICHE, IDROLOGICHE E DI MATERIALI SCIOTI. DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELLE AREE TORRENTIZIE, DELLA PRESENZA NEL BACINO DI INVASI NATURALI O DI IMPORTANTI MASSE GLACIALI O NEVATICHE, DEI FENOMENI DI VERSANTI E DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DELL'AREA.

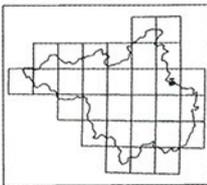


I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL C.N.R.-I.R.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA COORDINATA DAL DOTT. M. GOVI. - TESA A VALUTARE IL RISCHIO CONNESSO AD EVENTI GEOLOGICI PER NEI QUALI IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

FOGLIO I.G.M. 81
 CEVA

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO STATI LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO STATI LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO STATI

SCALA 1:100000

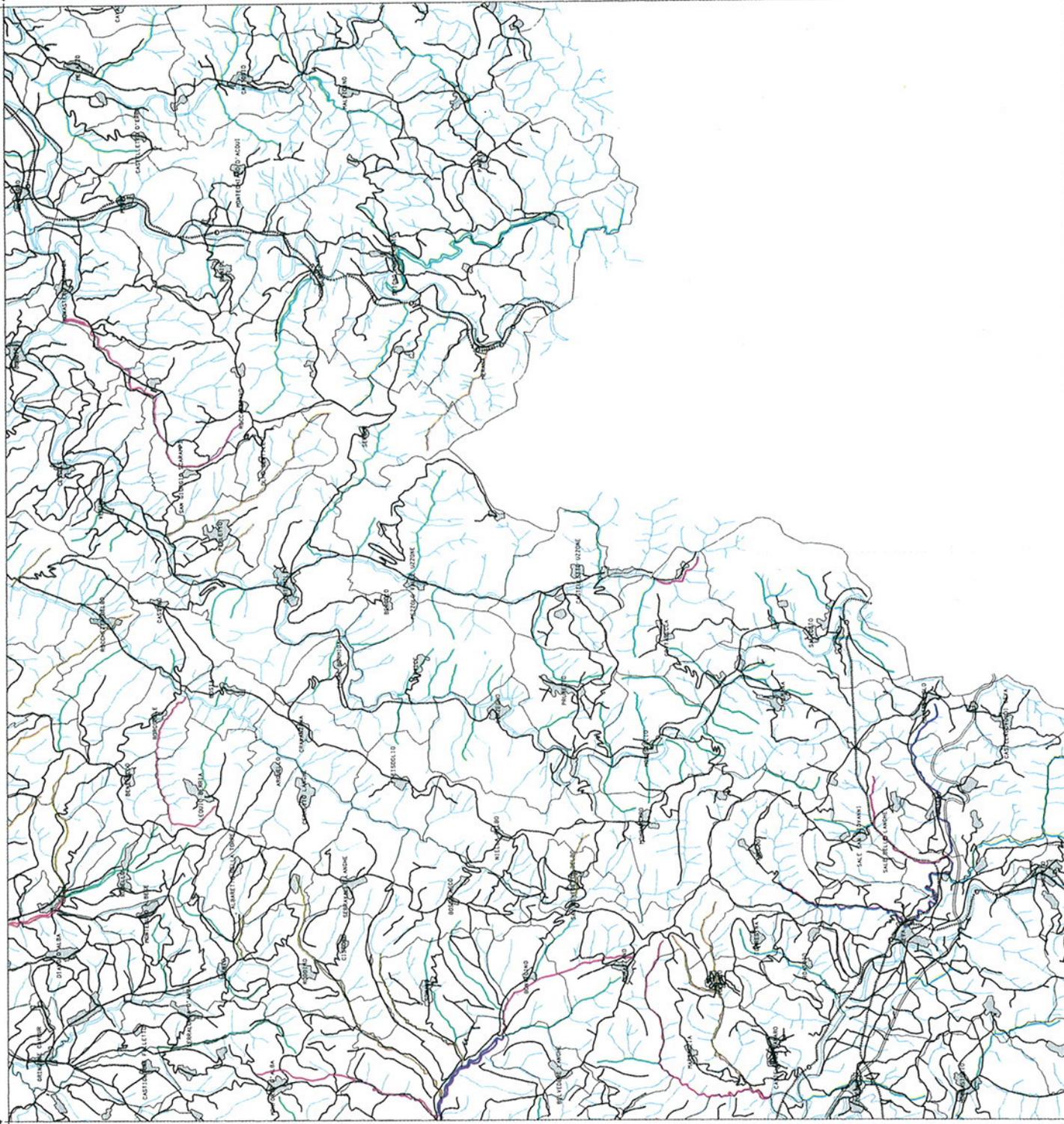


CONDIDI POTENZIALMENTE ATTIVE E FREQUENZA DEI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA CONNESSI ALLA ATTIVITA' TORRENTIZIA IN TRIBUTARI MINORI

CASI DOCUMENTATI DI VIOLENTA ATTIVITA' TORRENTIZIA (TRASPORTO IN MASSA DURANTE EVENTI DI PIENA IN FREQUENZA DEGLI EPISODI NEL PERIODO 1830 - 1981.

1 - 2 CASI
3 - 5 CASI
6 - 10 CASI
PIU' DI 10 CASI

CONDIDI POTENZIALMENTE ATTIVE INDIVIDUATE IN BASE ALLA CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI IN CANTIERI DI MATERIALI SCIOLTI, DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELLE ASSE TORRENTIZIE, DELLA PRESENZA NEL BACINO DI INNALZAMENTI SOSPETTIVI AI FRANGENTI DEI VERSANTI E DELLE CONDIZIONI IDROLOGICHE DELL'AREA.



Carta tematica delle aree inondabili*

Un evento di piena è caratterizzato da un deflusso d'acqua superiore a quello che normalmente transita lungo l'alveo. In tali circostanze l'energia da dissipare cresce con l'aumentare della piena ed è quindi proprio durante tali fenomenologie che si manifestano con maggiore violenza gli effetti della dinamica fluviale. Essi possono essere così sintetizzati:

- *sollecitazioni meccaniche*: la massa d'acqua sottopone a intensi e prolungati sforzi sia gli elementi naturali dell'alveo che le strutture artificiali (opere di difesa, derivazioni, attraversamenti);
- *processi erosivi e deposizionali*: i fenomeni di erosione del materiale presente in alveo ed il suo trasporto e deposito assumono un ruolo preminente sulle modificazioni delle vie di deflusso. Tali azioni, operanti anche con quantità d'acqua relativamente modeste determinando solo piccoli spostamenti di sabbia e ghiaie minute; in condizioni idrometriche di piena possono mobilitare notevoli volumi di materiale consentendo al corso d'acqua di incidere nuovi canali, colmarne altri precedentemente attivi o riconquistare posizioni abbandonate da lungo tempo;
- *esondazioni*: quando il volume delle acque di piena non può più essere contenuto all'interno delle sponde queste vengono superate e il flusso che si origina segue una dinamica di propagazione che dipende essenzialmente dalla quantità d'acqua che fuoriesce, dalla velocità della corrente di esondazione, dalla morfologia delle zone circostanti (fig. 47).

Durante le piene lungo i corsi d'acqua arginati può manifestarsi una serie di fenomeni che portano quasi sempre al cedimento, localizzato od esteso, dei rilevati arginali e quindi ad una o più o meno violenta fuoriuscita d'acqua; le cause più frequenti sono:

- *tracimazione*: l'acqua, superato il «coronamento» dell'argine, defluisce in cascata precipitando da alcuni metri d'altezza per raggiungere il piano-campagna; nel punto di impatto si innesca un processo erosivo la cui intensità aumenta con l'aumentare sia della quantità d'acqua tracimata, sia del dislivello superato. Con il perdurare della tracimazione il rilevato arginale, generalmente costruito in terra, viene più o meno rapidamente demolito (fig. 48);
- *sifonamento*: in questo caso le acque si infiltrano attraverso il materiale che costituisce l'argine e, seguendo vie preferenziali, raggiungono la parte esterna del manufatto; lungo il tragitto asportano materiale dalla struttura e ne minano la stabilità;
- *erosione al piede*: quando la capacità erosiva della corrente fluviale si esercita lateralmente asportando materiali al piede di un argine, questo può venire

* La parte relativa agli effetti indotti dalla dinamica fluviale è stata tratta da: TURITTO O. (1987), *Dinamica fluviale*. In «Manuale per la prevenzione dei pericoli ambientali», Ammin. Prov. di Torino, 25-35.

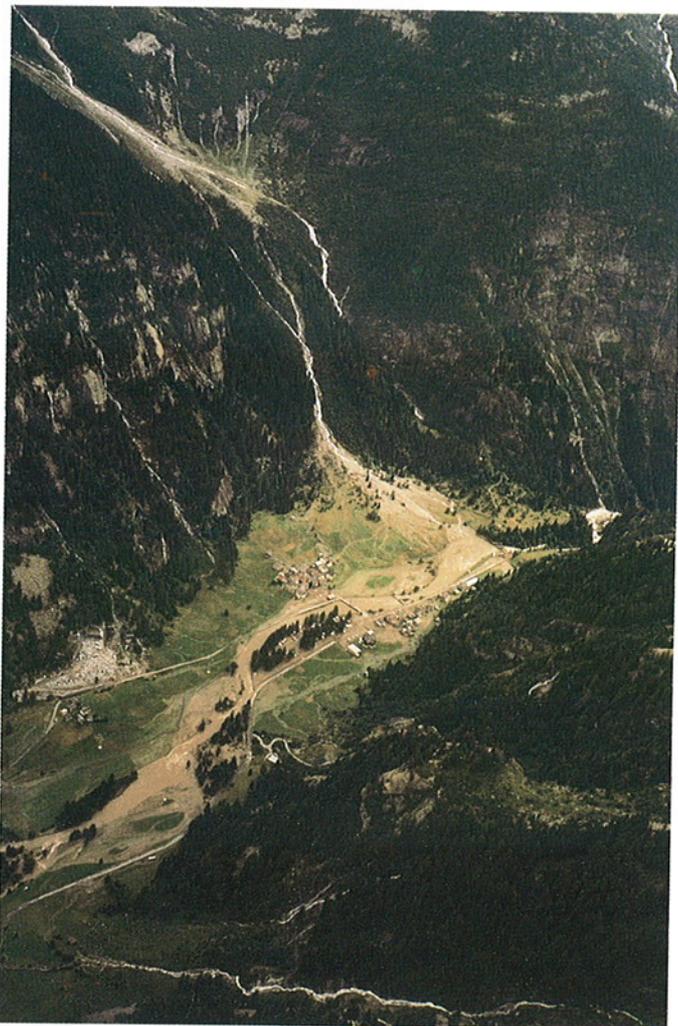


Fig. 47. La foto, relativa ad un ampio fondovalle alpino, mette in evidenza le aree inondate (fascia in colore nocciola) dal corso d'acqua in seguito ad un evento alluvionale. Sono visibili, come tracce più chiare rispetto al verde delle aree prative, le fasce di massima espansione raggiunte dalla corrente.



Fig. 48. Effetti indotti in zona di pianura dalla tracimazione di un corso d'acqua prodottasi in seguito ad un evento di piena.

progressivamente indebolito fino alla completa distruzione.

Fenomeni di allagamento possono inoltre avvenire per rigurgito della rete idrografica secondaria e/o dei

canali artificiali per l'impossibilità di smaltire le proprie acque entro l'alveo del corso principale il cui livello di piena è molto elevato.

Le acque di esondazione trasportano, oltre ad una parte del materiale mobilizzato all'interno dell'alveo, anche frazioni più minute prese in carico lungo il loro espandimento oltre le sponde.

L'abbandono di tali materiali, per una più o meno brusca riduzione della velocità della corrente, da luogo al fenomeno dell'alluvionamento.

Attraverso una meticolosa analisi dei documenti storici di archivio ed un sistematico studio interpretativo

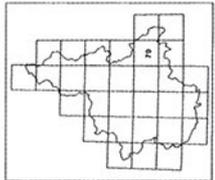
delle aerofotografie effettuate con ripetitività sul territorio piemontese negli ultimi 40 anni è stato possibile distinguere le aree alluvionate e/o allagate lungo i corsi d'acqua con indicazioni sulle frequenze dei fenomeni negli ultimi 100 anni individuando il tipo di materiale depositato durante l'evento di piena. Nelle restituzioni cartografiche riportate a titolo esemplificativo sono quindi distinte le aree potenzialmente inondabili differenziate in funzione di tre diversi ordini di tempi di ritorno: 3-5 anni, 25-50 anni e > 50 anni, e del tipo di materiale depositato: prevalentemente ghiaioso-sabbioso, prevalentemente sabbioso, materiale limoso.

I DATI TERNATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 MINISTERO DELL'INTERNO NELL'AMBITO DELLA RICERCA
 COORDINATA DAL DOTT. M. GONDI, NELLA STRUTTURA
 SCHIO CONNESSO AD EVENTI IDROLOGICI NEL TERRITORIO
 PIEMONTESE. A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASSETTI
 IDROLOGICI, IL COMITATO REGIONALE GEOLOGICO-
 METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

FOGLIO I.C.M. 70
 ALESSANDRIA

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 TRATTE DAL TIPO BELL'I.G.M. ALLA
 SCALA 1:100000.

SCALA 1:100000



AREE INONDABILI

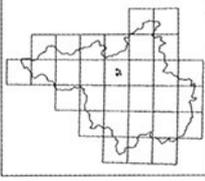
	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 25 E 50 ANNI.
	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 2 E 5 ANNI.
	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 2 E 5 ANNI. LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO TRATTE DAL TIPO BELL'I.G.M. ALLA SCALA 1:100000.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE PREVALENTEMENTE CIATUOSO - SABBIOSO.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE PREVALENTEMENTE SABBIOSO.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE LIQUOSO.



4982183
 4982182
 4982181
 4982180
 4982179
 4982178
 4982177
 4982176
 4982175
 4982174
 4982173
 4982172
 4982171
 4982170
 4982169
 4982168
 4982167
 4982166
 4982165
 4982164
 4982163
 4982162
 4982161
 4982160
 4982159
 4982158
 4982157
 4982156
 4982155
 4982154
 4982153
 4982152
 4982151
 4982150
 4982149
 4982148
 4982147
 4982146
 4982145
 4982144
 4982143
 4982142
 4982141
 4982140
 4982139
 4982138
 4982137
 4982136
 4982135
 4982134
 4982133
 4982132
 4982131
 4982130
 4982129
 4982128
 4982127
 4982126
 4982125
 4982124
 4982123
 4982122
 4982121
 4982120
 4982119
 4982118
 4982117
 4982116
 4982115
 4982114
 4982113
 4982112
 4982111
 4982110
 4982109
 4982108
 4982107
 4982106
 4982105
 4982104
 4982103
 4982102
 4982101
 4982100
 4982099
 4982098
 4982097
 4982096
 4982095
 4982094
 4982093
 4982092
 4982091
 4982090
 4982089
 4982088
 4982087
 4982086
 4982085
 4982084
 4982083
 4982082
 4982081
 4982080
 4982079
 4982078
 4982077
 4982076
 4982075
 4982074
 4982073
 4982072
 4982071
 4982070
 4982069
 4982068
 4982067
 4982066
 4982065
 4982064
 4982063
 4982062
 4982061
 4982060
 4982059
 4982058
 4982057
 4982056
 4982055
 4982054
 4982053
 4982052
 4982051
 4982050
 4982049
 4982048
 4982047
 4982046
 4982045
 4982044
 4982043
 4982042
 4982041
 4982040
 4982039
 4982038
 4982037
 4982036
 4982035
 4982034
 4982033
 4982032
 4982031
 4982030
 4982029
 4982028
 4982027
 4982026
 4982025
 4982024
 4982023
 4982022
 4982021
 4982020
 4982019
 4982018
 4982017
 4982016
 4982015
 4982014
 4982013
 4982012
 4982011
 4982010
 4982009
 4982008
 4982007
 4982006
 4982005
 4982004
 4982003
 4982002
 4982001
 4982000



I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 COMANDO MILITARE DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
 SCIENTIFICA SVOLTA IN COLLABORAZIONE CON IL CENTRO
 SCIENTIFICO "CONNESSO AD EVENTI LOGOROLOGICI NEL TERRITORIO
 PIEMONTESE", A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
 SPECIFICI, IL SERVIZIO REGIONALE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO
 GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.



FOGLIO I.G.M. 57
 VERCELLI

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 TRATTE DATI IPI DELL'I.G.M. ALLA
 SCALA 1:100000.

SCALA 1:100000

AREE INONDABILI

	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 25 E 50 ANNI.
	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 3 E 5 ANNI.
	AREE INONDABILI PER EVENTI DI PIENA CON TEMPI DI RITORNO COMPRESI TRA 100 E 200 ANNI. LE SITUAZIONI NON CARATTERIZZATE SOTTOFONDAMENTALEMENTE DA PROCESSI DI ABBASSAMENTO DEL FONDO ALTO ED ESSENDE MODIFICATE NEL PROSSIMO FUTURO DA FENOMENI DI NON CONTENUTE.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE PREVALENTEMENTE CHIAVOSO - SABBIOSO.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE PREVALENTEMENTE SILTOSO.
	INONDABILI CON DEPOSITO DI MATERIALE SILTOSO.



50018
 50017

50022
 50023

Carta tematica dei danni alla rete viaria ed ai ponti

I danni indotti dalle frane, dai processi erosivi e dagli alluvionamenti alla rete viaria ed ai ponti sono stati sistematicamente raccolti in tutto il Piemonte esaminando la documentazione disponibile presso gli Uffici Tecnici del Genio Civile, degli Ispettorati Forestali, delle

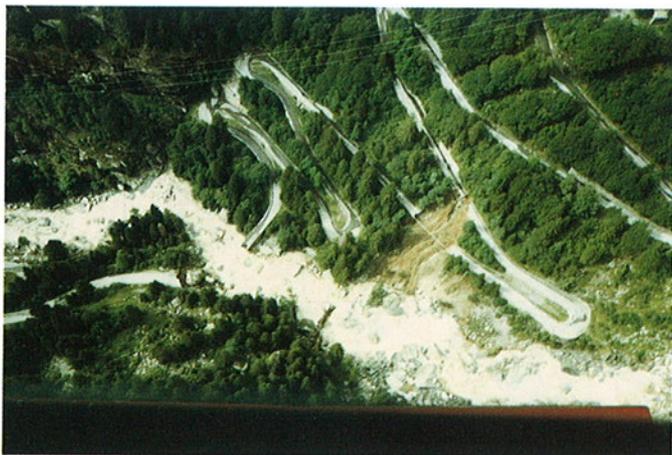


Fig. 49. Danni provocati da un evento alluvionale alla rete viaria. Si noti al centro della foto il movimento franoso che ha coinvolto un ampio tratto della sede stradale ed il ponte distrutto in seguito ai processi erosivi e di trasporto connessi alla violenta attività del corso d'acqua.

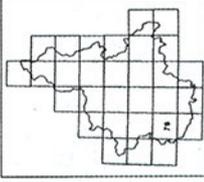
Comunità Montane e delle Amministrazioni Provinciali e Comunali (fig. 49, 50).

I danni ai ponti ed alla rete stradale e ferroviaria, distinti in funzione del processo che li ha provocati, sono stati riportati nelle cartografie allegate segnalando il numero di casi accertati nel periodo considerato (1830-1981). Per i ponti è stata pure segnalata l'entità del danno stesso.



Fig. 50. Ponte ferroviario distrutto in seguito ad una piena straordinaria provocata da un evento alluvionale di particolare intensità.

I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL C.N.R. - I.R.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA SULLA PRESSIONE SISMICA IN ALCUNE ZONE DEL TERRITORIO PIEMONESE. A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI SPECIFICI, IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.



FOGLIO I.C.M. 79
 DRONERO

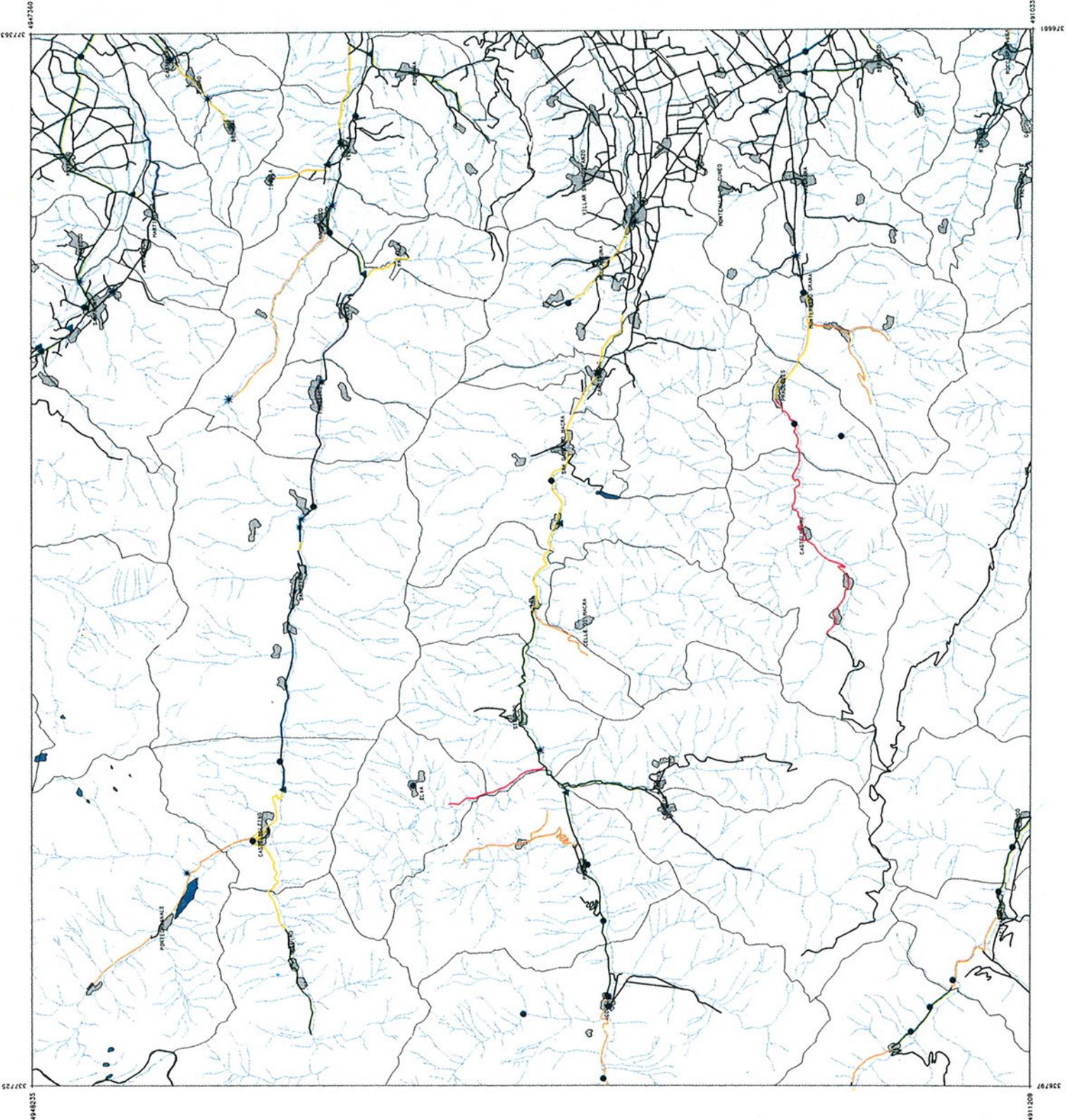
LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO TRATTE DATI IPTI DELL'I.C.M. ALLA SCALA 1:100000.

SCALA 1:100000

**DANNI ALLA RETE VIARIA
 (STRADALE E FERROVIARIA)
 ED AI PONTI**

RETE STRADALE E FERROVIARIA	
TRONCHI SOGGETTI AD INTERRUZIONI PER ATTIVITA' FLUVIALE O TORRENTIZIA	
DA 1 A 3 CASI ACCERTATI	
DA 4 AD 8 CASI ACCERTATI	
PIU' DI 8 CASI ACCERTATI	
TRONCHI SOGGETTI DA INTERRUZIONI PER FRANE	
DA 1 A 3 CASI ACCERTATI	
DA 4 AD 8 CASI ACCERTATI	
PIU' DI 8 CASI ACCERTATI	

PONTI	
* PONTE DANNEGGIATO	
● PONTE DISTRUTTO	
▲ PONTE CHE IN OCCASIONI DIVERSE HA SUBITO DANNI E DISTRUZIONI	
NUMERO DEI CASI ACCERTATI	
● ▲	DA 1 A 2 CASI ACCERTATI
● ▲	DA 3 AD 6 CASI ACCERTATI
● ▲	PIU' DI 6 CASI ACCERTATI

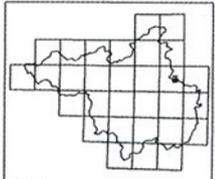


GEOS - BANCA DATI GEOLOGICA
 I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 C.N.R.-I.R.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA
 COORDINATA DAL DOTT. M. GIOVANNI, TESA A VALUTARE IL RI-
 SCHIO SISMICO E SISMICO SISMICO IN ALCUNI AREE DEL TERRITORIO
 PIEMONTESE, A CUI HA PARTECIPATO PER ALCUNI ASPETTI
 SPECIFICI, IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLO-
 GICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

FOGLIO I.G.M. 81
 CEVA

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 DERIVATE DALL'IGM DELL'I.C.T.R. ALLA
 SCALA 1:100.000.

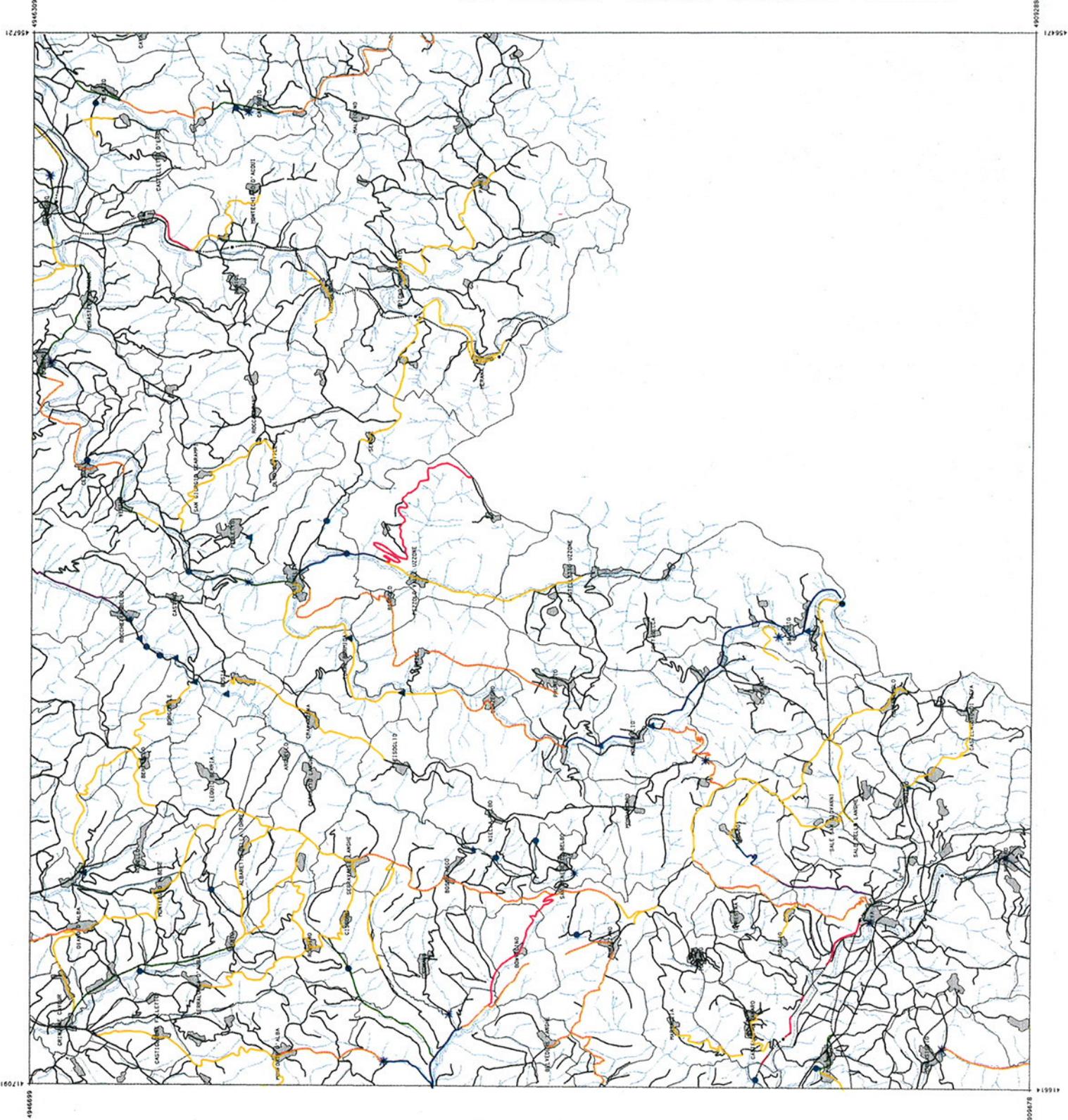
SCALA 1:100000



**DANNI ALLA RETE VIARIA
 (STRADALE E FERROVIARIA)
 ED AI PONTI**

RETE STRADALE E FERROVIARIA	
	TRONCHI SOGGETTI AD INTERRUZIONI PER ATTIVITA' FLOVIALE O TORRENTIZIA
	DA 1 A 3 CASI ACCERTATI
	DA 4 AD 8 CASI ACCERTATI
	PIU' DI 8 CASI ACCERTATI
TRONCHI SOGGETTI DA INTERRUZIONI PER FRANE	
	DA 1 A 3 CASI ACCERTATI
	DA 4 AD 8 CASI ACCERTATI
	PIU' DI 8 CASI ACCERTATI

PONTI	
	PONTE DANNEGGIATO
	PONTE DISTRUTTO
	PONTE CHE IN OCCASIONI DIVERSE HA SUBITO DANNI E DISTRUZIONI
NUMERO DEI CASI ACCERTATI	
	DA 1 A 2 CASI ACCERTATI
	DA 3 AD 6 CASI ACCERTATI
	PIU' DI 6 CASI ACCERTATI



4946509

4946599

4903288

4903288

Carta tematica dei danni ai centri abitati

Numerose notizie storiche inerenti i danni subiti dai centri abitati in Piemonte nel periodo 1830-1981 sono state raccolte e analizzate sistematicamente (fig. 51, 52, 53).



Fig. 51. Danni ai centri abitati: settore di conoide riattivato per fenomeni di alluvionamenti con deposizione di materiali grossolani.

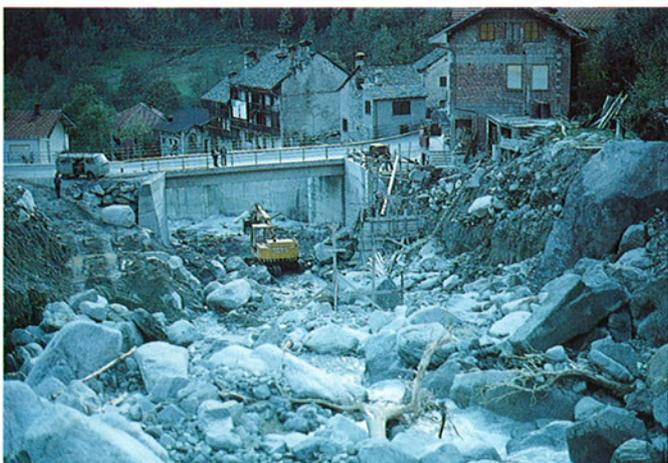


Fig. 53. Danni ai centri abitati: l'aspetto di un corso d'acqua minore successivamente ad un evento alluvionale.

Il quadro conoscitivo che ne è emerso ha consentito di segnalare per numerosi centri abitati i danni subiti distinti in funzione del processo che li ha provocati, della frequenza e dell'entità dei danni stessi (fig. 54).



Fig. 52. Danni ai centri abitati: evidenti lesioni ad un fienile provocate da un fenomeno franoso.

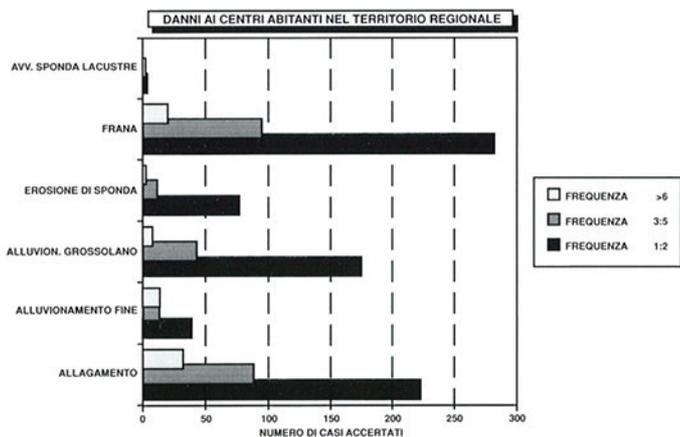
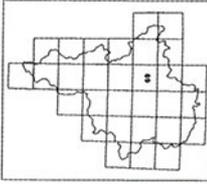


Fig. 54. Danni ai centri abitati accertati in Piemonte, distinti in funzione del processo che li ha provocati, e della frequenza.

I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 C.O.R.I.F. (COMITATO REGIONALE ITALIANO DI RICERCA
 GEOLOGICA) A CURA DEL C.O.R.I.F. (COMITATO REGIONALE
 ITALIANO DI RICERCA GEOLOGICA) NEL TERRITORIO
 SOTTO CONNESSO AD EVENTI IDROLOGICI NEL TERRITORIO
 PIEMONTESE. A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
 SPECIFICI, IL C.O.R.I.F. (COMITATO REGIONALE ITALIANO DI
 RICERCA GEOLOGICA) E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.



FOGLIO I.G.M. 69
 ASTI

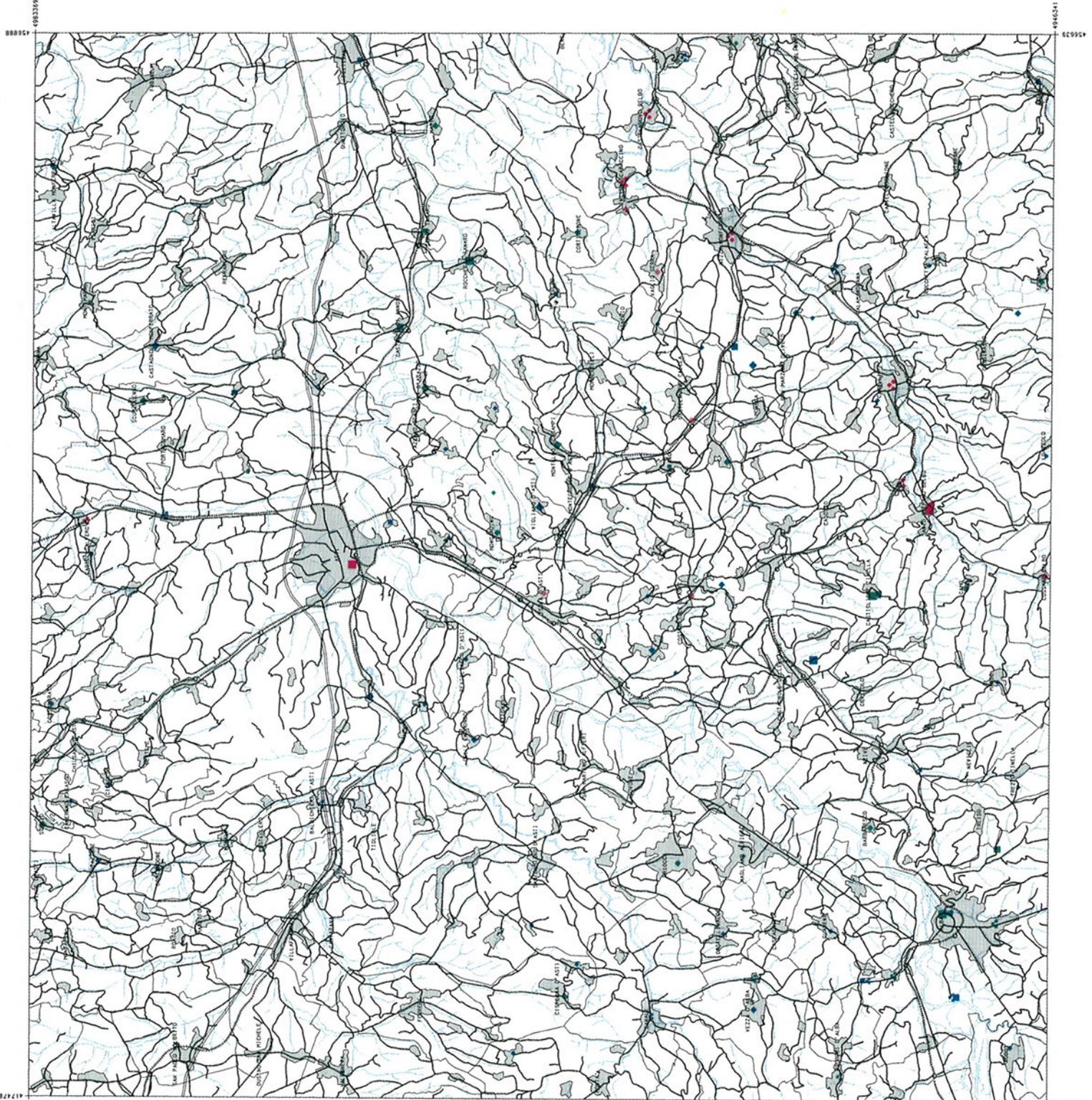
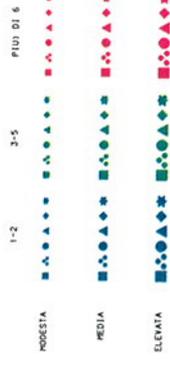
LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 TRATTE DAI TIPI DELL'I.G.M. ALTA
 SCALA 1:100000.

SCALA 1:100000

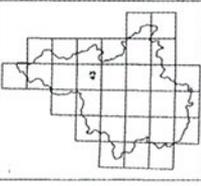
DANNI AI CENTRI ABITATI

■	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLINEAMENTO
●	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLONTANAMENTO FINE
●	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLONTANAMENTO GROSSOLANO
▲	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER EROSIONE DI SPONDA
◆	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER FRANA
*	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER AVVALGIMENTO DI SPONDA LACUSTRE

GRAVITA' DEI DANNI
 NUMERO DEI CASI ACCERTATI NEL PERIODO CONSIDERATO (1830-1981)



I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DA C.N.R. - I.G.P.I. DI TORINO, NELL'AMBITO DI UNA RICERCA COORDINATA DAL DOTT. M. GOVI. TESA A VALUTARE IL RISCHIO SISMICO E LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO NEL TERRITORIO PIEMONTESE, CON LA PARTECIPAZIONE DEL SETTORE SPECIFICI. IL SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.



FOGLIO I.G.M. 43
 BIELLA

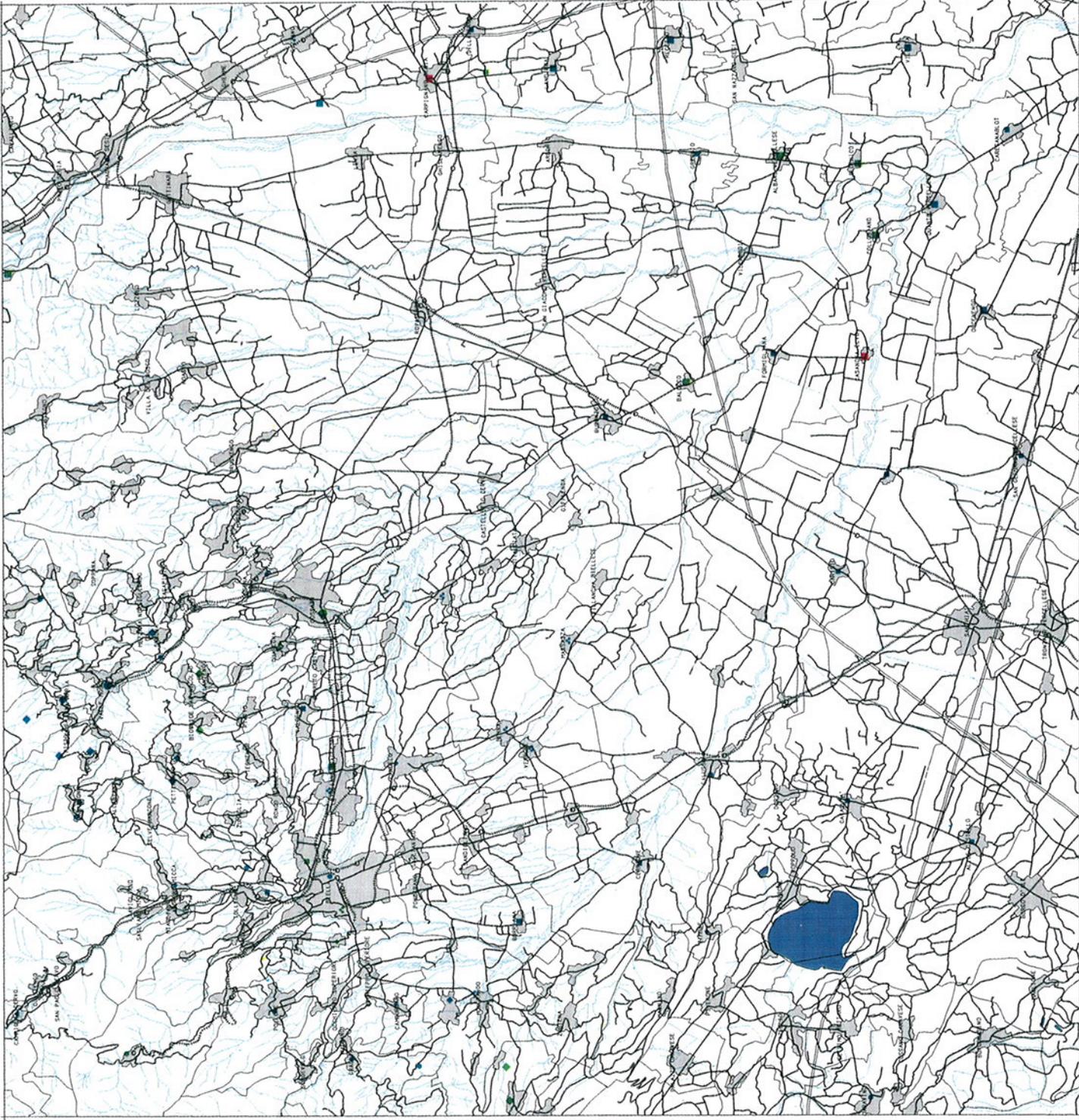
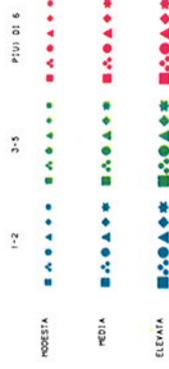
LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO STATE DATI DEL I.G.M. ALLA SPALA 1:100000.

SCALA 1:100000

DANNI AI CENTRI ABITATI

■	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLAGAMENTO
●	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLUVIONAMENTO FINE
●	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER ALLUVIONAMENTO GROSSOLANO
▲	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER EROSIONE DI SPONDA
◆	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER FRANA
*	CENTRO ABITATO DANNEGGIATO PER AVVALAMENTO DI SPONDA LACUSTRE

GRAVITA' DEI DANNI



5057384

505774

5050337

5050748

Carta tematica delle unità litologiche

La carta delle unità litologiche è derivata da una sistematica operazione di classificazione ed aggregazione, per gruppi omogenei, delle diverse unità, formazioni geologiche e dei complessi geologici presenti nella Regione Piemonte.

Adottando infatti i criteri di analisi delle caratteristiche litotecniche e strutturali e del riconoscimento di caratteristiche tipologie di dissesto che si verificano entro determinati ambiti geolitologici, è stato possibile suddividere il territorio in quindici grandi unità litotecniche.

La legenda e le note esplicative allegate alla cartografia tecnica specifica risultano organizzate in tre settori ben distinti che raccolgono ed organizzano informazioni relative:

- alle caratteristiche litotecniche dell'unità litologica;
- all'instabilità dei versanti;
- alla dinamica fluviale.

Caratteristiche litotecniche

Viene fornita una descrizione dell'unità in esame a cui segue una serie di notizie concernenti l'assetto prevalente ed i caratteri strutturali.

Le informazioni contenute sotto la voce «indicazioni sulle caratteristiche e sul comportamento fisico dell'unità litologica», derivate volgendo particolarmente l'attenzione ai problemi di stabilità dei versanti, consentono di trarre utili indicazioni, per quanto a livello di approccio, sul comportamento fisico dell'unità di volume rappresentativa dell'unità litologica e possono risultare propedeutiche alla definizione di un modello geomeccanico di larga massima.

La quarta ed ultima voce è relativa ad una descrizione

dei fenomeni superficiali per i quali vengono rese disponibili informazioni concernenti indicazioni sulla granulometria e valutazioni sulle caratteristiche di drenaggio.

La terminologia impiegata per descrivere i dati contenuti nella seconda e terza voce fanno espressamente riferimento alle normative elaborate dall'ISRM (International Society Rock Mechanics/Commission on Classification of Rock and Rock Masses), *Basic geotechnical description of rock masses (BGD)*, I.J. Rock Mech. Min. Sci e Geomech. Abstr., vol. 18, 1981.

Instabilità dei versanti

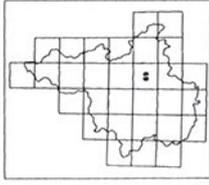
Le prime due voci riportano informazioni relative ad indicazioni sul grado di instabilità dei versanti distinguendo tra fenomeni che coinvolgono il substrato (frane profonde) e quelli che interessano la coltre superficiale (frane superficiali). In entrambi i casi vengono forniti elementi conoscitivi sui fattori predisponenti il dissesto e sulle principali cause innescanti.

Le ultime voci consentono di trarre indicazioni sulle aree in frana riguardanti il substrato (frane profonde) espresse in percentuale dell'area totale occupata da ciascuna unità litologica (segnalata tra parentesi in ettari) e sulla pendenza media dei versanti coinvolti da frane profonde (vengono segnalati: il valore medio, il numero delle determinazioni e lo scarto quadratico).

Attività torrentizia e dinamica fluviale

Vengono fornite informazioni inerenti i principali processi che si verificano lungo la rete idrografica ed indicazioni sulla frequenza media dei corsi d'acqua per kmq e ricavata a partire dalla cartografia IGM 1:25.000.

I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 C.O.R.R.I.F. DI TORINO, NEL REPARTO DI VIA PICCOLA
 10121 TORINO, DALL'ING. G. M. DI TULLO, IN COLLABORAZIONE
 CON IL C.O.R.R.I.F. DI ASTI, NEL REPARTO DI VIA
 SCHIO, CONNESSO AD EVENTI IDROLOGICI, NEL TERRITORIO
 PIEMONTESE, A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
 SPECIFICI, IL C.O.R.R.I.F. DI ALESSANDRIA, NEL REPARTO
 GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

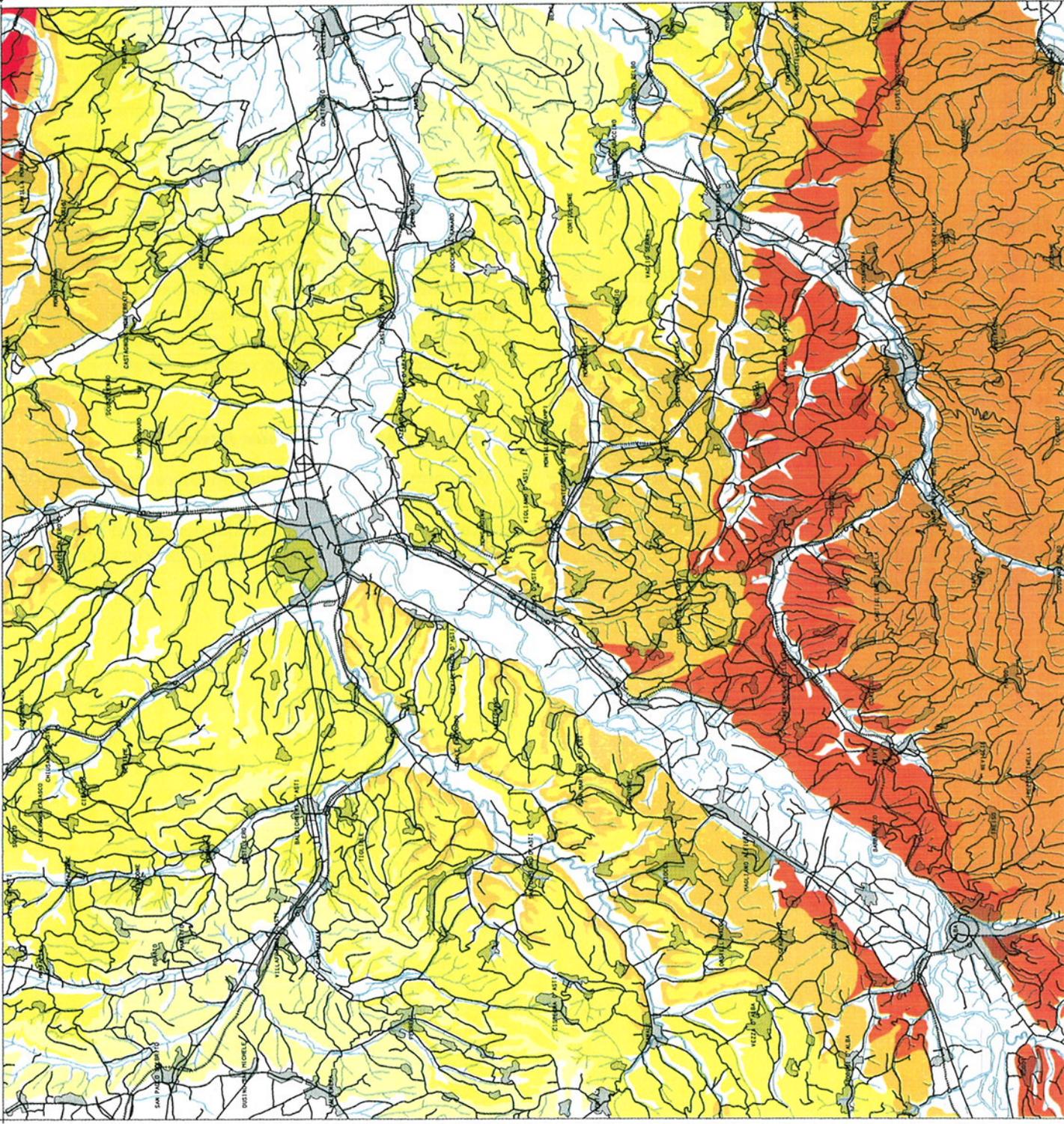
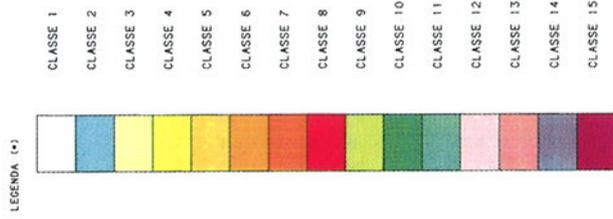


FOGLIO I.C.M. 69
 ASTI

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 TRATTE DAI TIPI DELL'I.G.M. ALLA
 SCALA 1:100000.

SCALA 1:100'00

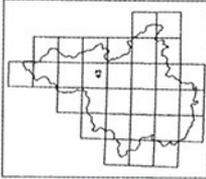
LITOLOGIA



NOTA (*) : LA LEGENDA COMPLETA E' STATA PREDISPOSTA
 A PARTE, DATA LA SUA COMPLESSITA'.



I DATI TEMATICI DERIVANO DA CARTOGRAFIE ELABORATE DAL
 SERVIZIO REGIONALE DI STUDI E RICERCA GEOLOGICA
 COORDINATA DAL DOTT. M. GONZALEZ, IN COLLABORAZIONE
 CON IL SERVIZIO REGIONALE DI STUDI E RICERCA
 SISMICO, CONNESSO AD EVENTI IDROLOGICI, NEL TERRITORIO
 PIEMONTESE. A CUI HA PARTECIPATO, PER ALCUNI ASPETTI
 SPECIFICI, IL SERVIZIO REGIONALE DI STUDI E RICERCA
 GEOLOGICO, METEOROLOGICO E SISMICO DELLA REGIONE PIEMONTE.

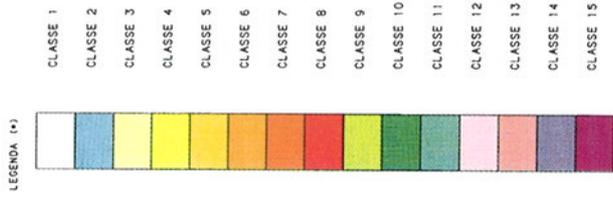


FOLGIO I.C.M. 43
BIELLA

LE INFORMAZIONI TOPOGRAFICHE SONO
 TRATTE DAI TIRI DELL'I.G.M. ALLA
 SCALA 1:100000.

SCALA 1:100000

LITOLOGIA



NOTA (*) LA LEGENDA COMPLETA E' STATA PREDISPOSTA
 A PARTE, DATA LA SUA COMPLESSITA'.

