

REGIONE PIEMONTE

SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO
GEOLOGICO METEOROLOGICO E SISMICO

Quaderno n 6

**L' ATTIVITA' DI STUDIO E RICERCA SUI VINCOLI DI NATURA FISICA IN
PIEMONTE NELL'OTTICA DELLA PREVISIONE E DELLA GESTIONE
TERRITORIALE A SCALA REGIONALE**



**STRUTTURA STUDI E RICERCHE
BANCA DATI GEOLOGICA
Agosto 1996**

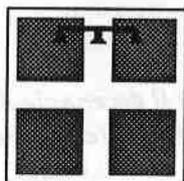
**SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO
GEOLOGICO METEOROLOGICO E SISMICO**

QUADERNI

Collana informativa tecnico- scientifica

Quaderni pubblicati:

- n° 1 - 1995 ottobre: **Evento alluvionale del 23/25/9/1993 Fiume Dora Baltea tratto Carema-Ivrea. *Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica- Torino***
- n° 2 - 1995 novembre: **Evento alluvionale del 23/25/9/1993 Torrente Orco tratto Cuornè-Chivasso. *Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica- Torino***
- n° 3 - 1996 marzo: **Comune di Casale Monferrato: alcune informazioni inerenti il dissesto ricavate dagli archivi della Banca Dati Geologica. *Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica- Torino***
- n° 4 - 1996 giugno: **Evento alluvionale del 5-6/ 11/1994 processi di dissesto ed effetti indotti nell'area delle "Valli Monregalesi" (T. Ellero, T. Maudagna, T. Corsaglia medio- superiore) con integrazioni relative a priocessi precedenti o posteriori a tale data. *Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica-Mondovi***
- n° 5 1996 giugno: **Evento alluvionale del 5-6/ 11/1994 processi di dissesto ed effetti indotti nell'area delle "Valli Monregalesi" (T. Casotto, T. Mongia, T. Corsaglia inferiore) con integrazioni relative a priocessi precedenti o posteriori a tale data. *Struttura Studi e Ricerche Banca Dati Geologica- Mondovi***



REGIONE PIEMONTE

SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO
GEOLOGICO METEOROLOGICO E SISMICO

Quaderno n 6

L' ATTIVITA' DI STUDIO E RICERCA SUI VINCOLI DI NATURA FISICA IN PIEMONTE NELL'OTTICA DELLA PREVISIONE E DELLA GESTIONE TERRITORIALE A SCALA REGIONALE

Ferruccio FORLATI * Manlio RAMASCO* Gianfranco SUSELLA* Gianfranca BELLARDONE

*Contributo al Convegno per il decennale della fondazione del Gruppo Nazionale per la Difesa
dalle Catastrofi Idrogeologiche U.O.2.2 **

**A cura della Struttura Studi e Ricerche
Banca Dati Geologica**

Ufficio di Biella

Responsabile : Manlio Ramasco

Ufficio di Mondovì

Responsabile: Gianfranco Susella

Ufficio di Torino

Responsabile: Ferruccio Forlati

**In copertina: Quassolo (TO), settore apicale del conoide del Rio Pisone, dopo il trasporto in
massa del 12 giugno 1942.**

(da LUINO F., RAMASCO M., SUSELLA G., 1993)

*Convegno per il decennale della fondazione del
Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche
U.O.2.2 **

**L'ATTIVITÀ DI STUDIO E DI RICERCA SUI VINCOLI DI NATURA FISICA IN PIEMONTE
NELL'OTTICA DELLA PREVISIONE E DELLA GESTIONE TERRITORIALE A SCALA
REGIONALE**

Ferruccio FORLATI *
Manlio RAMASCO *
Gianfranco SUSELLA *
Gianfranca BELLARDONE

REGIONE PIEMONTE - Settore per la Prevenzione
del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico -
Struttura Studi e Ricerche / Banca Dati Geologica.

RIASSUNTO: Il Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico della Regione Piemonte, tramite la Struttura Studi e Ricerche - Banca Dati Geologica, esplica attività d'indagine nel campo dei processi di instabilità geologica che interessano il territorio regionale. L'attività consiste nella raccolta e gestione dei dati attraverso un sistema informativo geologico cui afferiscono più unità territoriali. Vengono inoltre svolti studi specifici su eventi alluvionali o su particolari problemi inerenti la pericolosità geologica. Alcuni di questi, contestuali all'attività dell'U.O.2.2 compresa nella struttura suddetta, vengono di seguito illustrati.

1. PREMESSA

Il territorio piemontese è caratterizzato dalla presenza di un esteso rilievo montuoso e collinare che racchiude ad arco l'ampia pianura dell'Alto Bacino del Po solcata da un importante e denso reticolo idrografico.

La particolare collocazione geografica del Piemonte e la sua condizione economica ed industriale, fanno di questa regione un'area molto antropizzata, caratterizzata da un tessuto urbanistico-infrastrutturale e da un sistema di comunicazioni molto sviluppati che dalla pianura penetrano a raggiera anche in profondità nelle vallate alpine, rappresentando alcune di esse importanti centri turistici e residenziali, altre importanti sedi di attività artigianali e commerciali, altre ancora importanti assi di comunicazione con gli altri paesi europei. Le aree collinari e di pianura sono invece sedi di un' articolata e ben sviluppata attività agricola che costituisce la base per il mantenimento di un'occupazione antropica di questo territorio.

Dal punto di vista idrometeorologico questa regione, proprio perché circondata dall' Arco Alpino Occidentale, si configura con un clima molto particolare, caratterizzato da precipitazioni piuttosto intense che sono all'origine di frequenti eventi alluvionali talora localizzati, talora molto estesi.

L'insieme di questi fattori ed i recenti ultimi eventi alluvionali evidenziano come, nel campo della pianificazione territoriale in funzione della prevenzione del rischio geologico ed idraulico, si debbano affrontare seri problemi di gestione dell'esistente, nonché di pianificazione degli sviluppi futuri.

In questo senso molti temi oggetto di attività del Settore Geologico si identificano con gli obiettivi di ricerca perseguiti dal GNDCI.

2. ATTIVITA' ISTITUZIONALI

L'attività dell'U.O.2.2, che è parte integrante della Struttura Studi e Ricerche - Banca Dati Geologica del Settore Geologico della Regione Piemonte, coincide in parte con gli indirizzi di lavoro della struttura stessa e si

concretizza con azioni di studio ed analisi delle cause e degli effetti indotti da processi di instabilità sul territorio regionale.

Ciò si attua in due fasi distinte ma consequenziali ed interdipendenti consistenti inizialmente nella ricerca ed acquisizione dei dati e successivamente nella elaborazione e gestione degli stessi in funzione del conseguimento degli obiettivi preposti.

Il lavoro, necessariamente articolato su più fronti, può essere schematizzato nel modo seguente:

- 1) attività istituzionale di base volta all'aggiornamento del Sistema Informativo Geologico;
- 2) elaborazione dei dati ed approfondimento degli studi all'interno di indirizzi individuati sulla base di esigenze specifiche.

Va ricordato che a partire dal settembre 1993, con l'evento alluvionale che ha interessato essenzialmente le province di Torino e Vercelli e, in particolare, dopo quello ancor più disastroso del novembre 1994 che ha colpito i 2/3 del territorio regionale, pressoché tutta l'attività del Settore Geologico si è concentrata nell'analisi degli effetti provocati da tali fenomeni.

La conoscenza del territorio in tutte le sue peculiarità rappresenta senza dubbio un aspetto indispensabile per poter avviare correttamente qualsiasi studio ed intervento di pianificazione territoriale.

Da ciò è derivata l'esigenza di poter disporre di un impianto logico delle informazioni sia grafiche che numeriche in modo che ogni singolo parametro fosse di facile reperibilità ed aggiornamento.

La Regione Piemonte, avvalendosi del contributo del CSI-Piemonte, ha predisposto già da alcuni anni una *Banca Dati Geologica* che raccoglie una grande mole di dati georeferenziati. L'integrazione sistematica di tutte queste informazioni in un Sistema Informativo Geologico consente di effettuare analisi complesse impiegando parametri di lettura del territorio, che variano dall'entità territoriale minima di riferimento sino al singolo dato (processo di instabilità, danno, ecc.).

La struttura Studi e Ricerche - Banca Dati Geologica è nata inizialmente dall'esigenza di mettere a disposizione del Settore Geologico l'informazione esistente, fornendo un quadro sufficientemente esauriente dei vincoli di natura fisica dell'intero territorio regionale.

La potenzialità di un sistema informativo è basata soprattutto sulla possibilità di correlare tra loro informazioni di vario tipo secondo logiche flessibili e facilmente gestibili.

Le diverse informazioni disponibili in Banca Dati Geologica possono essere relazionate ed elaborate in modo integrativo senza che se ne conoscano a priori i legami intercorrenti. Ogni informazione viene infatti riferita al territorio collocandola "spazialmente" rispetto ad un sistema di riferimento (UTM), in coordinate metriche. E' quindi immediato il legame tra più informazioni sostanzialmente diverse ma riferite al medesimo ambito territoriale.

3. PROGETTI SPECIFICI

La conoscenza e l'analisi delle situazioni di dissesto dell'intero territorio piemontese consentono di individuare quei settori sui quali focalizzare l'attenzione e concentrare iniziative e studi.

Sulla base delle informazioni già archiviate e, soprattutto, attraverso il necessario approfondimento delle ricerche si è realizzato, per la parte piemontese, il Programma Speciale S.C.A.I., Studio dei Centri Abitati Instabili che ha rappresentato la parte peculiare dell'attività della Unità Operativa 2.2 entro il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.

In questo contesto su alcuni siti, là dove i fenomeni di evoluzione determinavano condizioni di pericolosità elevata, sono successivamente stati condotti studi di approfondimento e progettati interventi finalizzati alla realizzazione di un sistema di monitoraggio per la gestione del rischio. Il più significativo è quello riguardante la frana di Rosone.

La ricorrenza, su aree limitate o su parti considerevoli del territorio regionale, di eventi idrometeorologici intensi pone poi la struttura di fronte a situazioni di emergenza, che impongono la realizzazione di progetti definiti su areali delimitati e su temi specifici, in genere volti ad indirizzare successivi progetti di intervento.

Sono qui di seguito rappresentati quattro interventi di studio relativi ai temi sovradeclinati, progettati e realizzati nel decennio '85 - '94.

3.1 L'Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi (Classificati ai sensi della L. 445 del 1908, e seguenti)

L'Atlante dei Centri Abitati Instabili Piemontesi, raccoglie i risultati di una ricerca approfondita sui fenomeni di instabilità che hanno causato danni a centri abitati, limitatamente a 41 centri piemontesi, che in periodi diversi, a partire dal 1908 ad oggi, sono stati classificati in un elenco per il quale una apposita legge, la 9 luglio 1908 n. 445, prevedeva interventi di consolidamento o trasferimento in altra sede con spesa a totale carico dello Stato.

Il lavoro, realizzato in collaborazione con il CNR-IRPI di Torino, sintetizza e razionalizza in schede tutte le caratteristiche intrinseche alle fenomenologie di instabilità incombenti sul centro abitato e ne analizza dettagliatamente l'attività progressiva.

Tale ricerca, strettamente collegata all'attuale Sistema Informativo Geologico, rappresenta un mirato approfondimento del già esistente archivio "Danni ai Centri Abitati".

Ma soprattutto si pone come contributo metodologico per un approfondimento conoscitivo del delicato rapporto di coesistenza tra complessa realtà insediativa piemontese ed evoluzione geomorfologica del territorio i cui processi sono generalmente molto attivi in regioni come la nostra dove il rilievo collinare - montuoso ha una grande estensione.

I centri abitati piemontesi ammessi ai benefici della citata legge dello Stato sono risultati essere complessivamente 41 di cui 7 con Decreto di trasferimento e 34 con Decreto di consolidamento (Fig. 1).

Una rapida analisi dei centri abitati piemontesi in elenco, per quanto attiene tipologia del dissesto, danno

subito e tipo di intervento effettuato, evidenzia sostanzialmente due "stili" di classificazione.

Un primo stile è quello in cui si riconoscono prevalentemente casi per i quali l'inserimento è avvenuto, più o meno rapidamente, in conseguenza ad un preciso evento verificatosi generalmente in modo grave, ma che aveva già provocato danni o destato preoccupazioni in anni precedenti. I centri abitati in questione hanno

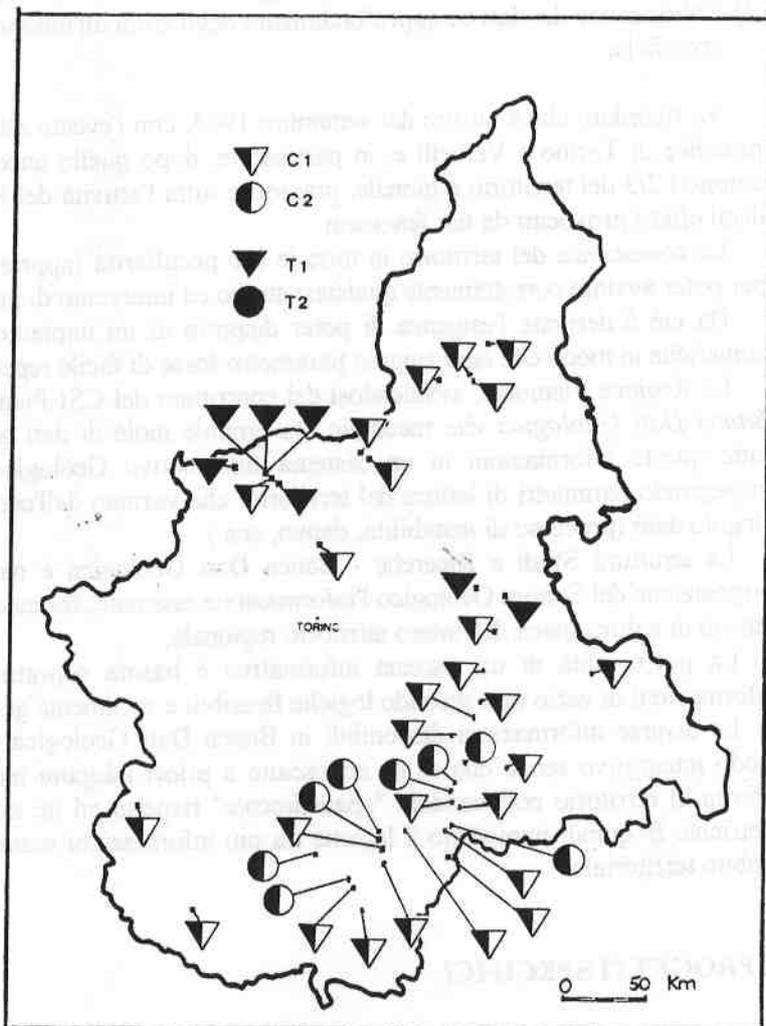


Fig. 1 - Distribuzione geografica dei 41 centri abitati instabili piemontesi ammessi ai benefici della Legge 9 Luglio 1908, n. 445 e seguenti. Classificazione in base a: C) provvedimento di consolidamento, T) provvedimento di trasferimento; 1) processo di versante, 2) processo lungo corso d'acqua.

Distribution of 41 unstable urban sites according to public law n. 445 - 9 July 1908. Classification based on: C) remedial measures, T) transferring action and conversion of use; 1) landslides, 2) floods.

Decreti emessi in anni generalmente diversi tra di loro, al più si hanno raggruppamenti di pochi casi nello stesso anno come per i Decreti del 1916 e del 1956.

Sovente fra i casi di questo gruppo gli interventi eseguiti non sono stati sufficienti ad eliminare le cause dell'instabilità o a difendere adeguatamente l'abitato, per cui si sono resi necessari, negli anni successivi, ulteriori interventi.

Un secondo stile è quello rappresentato dai Decreti di consolidamento emessi con D.M. del 28 luglio 1952 (17 casi su 41, pari a oltre il 40%) che raccoglie tutti quei centri abitati colpiti, in modo più o meno grave, da processi di instabilità conseguenti all'evento idrometeorologico del novembre 1951 che interessò estesi settori del territorio piemontese, provocando gravi danni.

Nella maggior parte di questi casi, sia perché i processi di instabilità che hanno determinato l'inserimento si sono esauriti nell'arco dell'evento stesso, sia perché gli interventi eseguiti sono risultati efficaci, si può ragionevolmente sostenere che non sussistano più reali condizioni di grave pericolo derivanti da quello stesso processo di instabilità nel punto in cui si era manifestato.

Una consistente attività di ricerca condotta dal C.N.R. - I.R.P.I. di Torino nel decennio precedente la realizzazione della Banca Dati Geologica della Regione Piemonte riguardò il sistematico censimento dei centri abitati, delle strade e dei ponti che subirono danni per frane o per fenomeni connessi ad attività fluviale e torrentizia.

I centri abitati danneggiati sono risultati complessivamente 1.250. Di questi ben 795, pari al 63%, risultarono essere stati colpiti una o più volte, nell'arco di tempo considerato, rispettivamente da frane (419) o da fenomeni connessi a violenta attività torrentizia (376).

Il quadro ottenuto rivelò così una insospettata vulnerabilità della articolata realtà insediativa piemontese; tale quadro sarebbe risultato chiaramente riduttivo e non realistico se fosse stato ricavato solo in base alle segnalazioni dei 41 centri abitati classificati.

Alla luce di tutti questi dati e nel contesto delle conoscenze finora acquisite e sempre disponibili grazie alla realizzazione della Banca Dati Geologica, che oggi a séguito delle continue implementazioni si è trasformata nel più complesso e articolato Sistema Informativo Geologico, in un processo di continuo scambio e aggiornamento della stessa, il Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico si è posto l'obiettivo di estendere l'indagine a tutti i centri abitati danneggiati ma non inseriti negli elenchi della Legge 445/1908, ricerca tutt'ora in corso.

Una prima fase del lavoro ha riguardato essenzialmente l'estrazione ed il trasferimento di informazioni complesse da copie di documenti d'archivio, previa una sistematica loro disaggregazione tramite apposita scheda, in un archivio denominato "Danni ai Centri Abitati". Tale lavoro, concernente le fenomenologie di instabilità che hanno causato danni ai 1.250 centri abitati censiti dal 1830 al 1980, prevede un aggiornamento delle informazioni dal 1980 a tutt'oggi.

Una seconda e più articolata fase del lavoro si è invece concretizzata nella realizzazione di un'organica procedura di acquisizione e trattamento automatico delle informazioni di base contenente numerose chiavi di interrogazione singole ed associate, compresa la possibilità di interrogare "Campi Memo".

Questa procedura è integrata nel "Sistema Informativo Geologico" che contiene numerosi archivi in costante aggiornamento (processi, effetti e danni indotti - geotecnico - dei terremoti - delle valanghe - delle foto aeree - della documentazione - bibliografico, etc.) e consente di associare ed aggregare ogni tipo di informazione offrendo la possibilità di elaborazioni statistiche complesse.

Tale procedura di gestione denominata *Programma S.C.A.I.* consente in sintesi di fare affluire automaticamente nella scheda di un centro abitato tutte le informazioni contenute negli altri archivi del sistema e contemporaneamente permette un automatico travaso di nuove informazioni per l'aggiornamento e l'integrazione della Banca Dati dei Processi di instabilità geologica.

3.2 La deformazione gravitativa profonda di Rosone: conoscenze acquisite e progettazione di interventi per una razionale gestione del rischio.

3.2.1 Introduzione

L'intero versante meridionale della dorsale tra i torrenti Orco e Piantonetto, in provincia di Torino, è interessato da un lento processo di *deformazione gravitativa profonda*, che si sviluppa su una superficie di circa 5,5 km² per profondità superiori a 100 m. Il fenomeno coinvolge il versante per un dislivello di oltre 1300 m, da 700 m del fondovalle fino ai 2000 m sulla cresta spartiacque. Nell'ambito di questa deformazione si è sviluppato in corrispondenza degli abitati di Rosone e Bertodasco un movimento franoso di grosse proporzioni storicamente riconosciuto come frana di Rosone. Alla confluenza dei corsi d'acqua sono ubicati il nuovo abitato di Rosone (dopo l'avvenuto trasferimento del 1956) e la centrale idroelettrica dell'Azienda Energetica Municipale di Torino (potenza installata di 99 MWh), alimentata dalle acque provenienti dallo sbarramento di Ceresole Reale e convogliate per 17 km in galleria attraversando per intero la deformazione gravitativa sino alle vasche di carico di Perebella dove, con un salto di 813 m, precipitano in condotte forzate verso la centrale stessa.

3.2.2 Sintesi storica

La frana di Rosone ha avuto due importanti fasi parossistiche di movimento, all'inizio del secolo XVIII e nell'autunno-inverno 1953, e altri movimenti minori nel corso di questo secolo di seguito sintetizzati.

Prima notizia di rilievo: inizio secolo XVIII (1705-1706); da una relazione di sopralluogo ("Atti di visita") si può stabilire che il fenomeno si manifestò allora in modo analogo a quanto avvenne durante la fase parossistica dell'autunno del 1953, con gravi lesioni a molti edifici e distruzione dei terreni coltivati.

Notizie successive:

- inizio secolo XX, 1916: Rosone inserito tra gli abitati da consolidare ai sensi della Legge n. 445 del 1908.

- 1933-1934: gli abitanti di Rosone vengono trasferiti per circa 7 mesi.

- Inizio anni '40: uno scivolamento a quota 1300 coinvolgendo vaste porzioni di terreno produce il rotolamento a valle di grossi massi che minacciano Rosone, Grumel e la parte orientale di Bertodasco.

Dopo notizie di riattivazioni nel 1948 e nel 1951, nell'autunno-inverno del 1953 si verifica, in seguito ad abbondanti precipitazioni, il collasso di una parte del versante interessato dalla frana. I movimenti nella zona di Bertodasco lesionano numerose case e ne distruggono alcune; dalle pareti sovrastanti Rosone si generano processi di colamento di detrito e di rotolamento massi. Vengono evacuati 250 abitanti e tutto il bestiame.

Dal 1953 al 1957: progressivo rallentamento dei movimenti (sulla base dei controlli effettuati dall'A.E.M. sui propri impianti).

1956: il D.P.R. n. 772 sancisce la definitiva evacuazione delle tre frazioni: Rosone, Grumel e Bertodasco.

Dal 1957 ai primi anni '60: accelerazioni nei movimenti, con fenomenologie simili a quelle del 1953 anche se in forma meno grave.

Successive riattivazioni: autunno 1963, primavera 1964 e 1969. Movimenti significativi permangono nella parte alta della frana, come indicato da misurazioni topografiche effettuate sui blocchi di ancoraggio della condotta forzata.

3.2.3 Quadro geomorfologico e morfodinamico

Le evidenze morfostrutturali identificate per l'intero versante esaminato hanno consentito di individuare tre settori contigui tra loro, corrispondenti ad altrettanti stadi evolutivi, distinguibili in carta con i toponimi corrispondenti ai tre nuclei abitati di **Ronchi**, **Perebella** e **Bertodasco**. La specificità e singolarità del sito risiede nel trovare concentrata in un ambito ristretto una variabilità di risposte della dorsale alle sollecitazioni subite, tale da consentire un'analisi simultanea e comparata degli stadi evolutivi preliminari, intermedi e finali peculiari di una deformazione gravitativa profonda di versante.

Analizzando il versante da occidente verso oriente si riconosce prima il settore Ronchi, caratterizzato da una fase di evoluzione nel processo deformativo molto avanzata che ha determinato lo smantellamento dell'originaria compagine rocciosa.

Il settore centrale, nel quale è ubicata la frazione di Perebella, è riconducibile ad una fase iniziale di sviluppo del fenomeno deformativo. Esso è ben distinto dal settore Ronchi da una discontinuità, avente

direzione NS, a sviluppo lineare di alcune centinaia di metri, lungo la quale si è impostata una scarpata di separazione tra le due aree, determinando dislivelli anche di 50-90 m.

Il settore orientale (Bertodasco) è quello maggiormente conosciuto dal punto di vista storico, essendo, in passato, abitato e sede degli impianti dell'A.E.M.. In esso si riconoscono elementi che permettono di collocare il fenomeno in una fase di sviluppo intermedia tra le due precedentemente descritte. L'area entro la quale si sarebbero già in parte sviluppate evidenti superfici di rottura è stata delimitata attraverso il riconoscimento di elementi morfo-strutturali distintivi. Facendo ricorso alla medesima metodologia, integrata da rilievi sul terreno, da dati strumentali e sulla base della ricostruzione storica degli eventi principali, è stato possibile suddividere l'area in tre zone, da monte a valle, rispettivamente A, B e C, corrispondenti a differenti tipologie e dinamiche di movimento (Fig. 2).

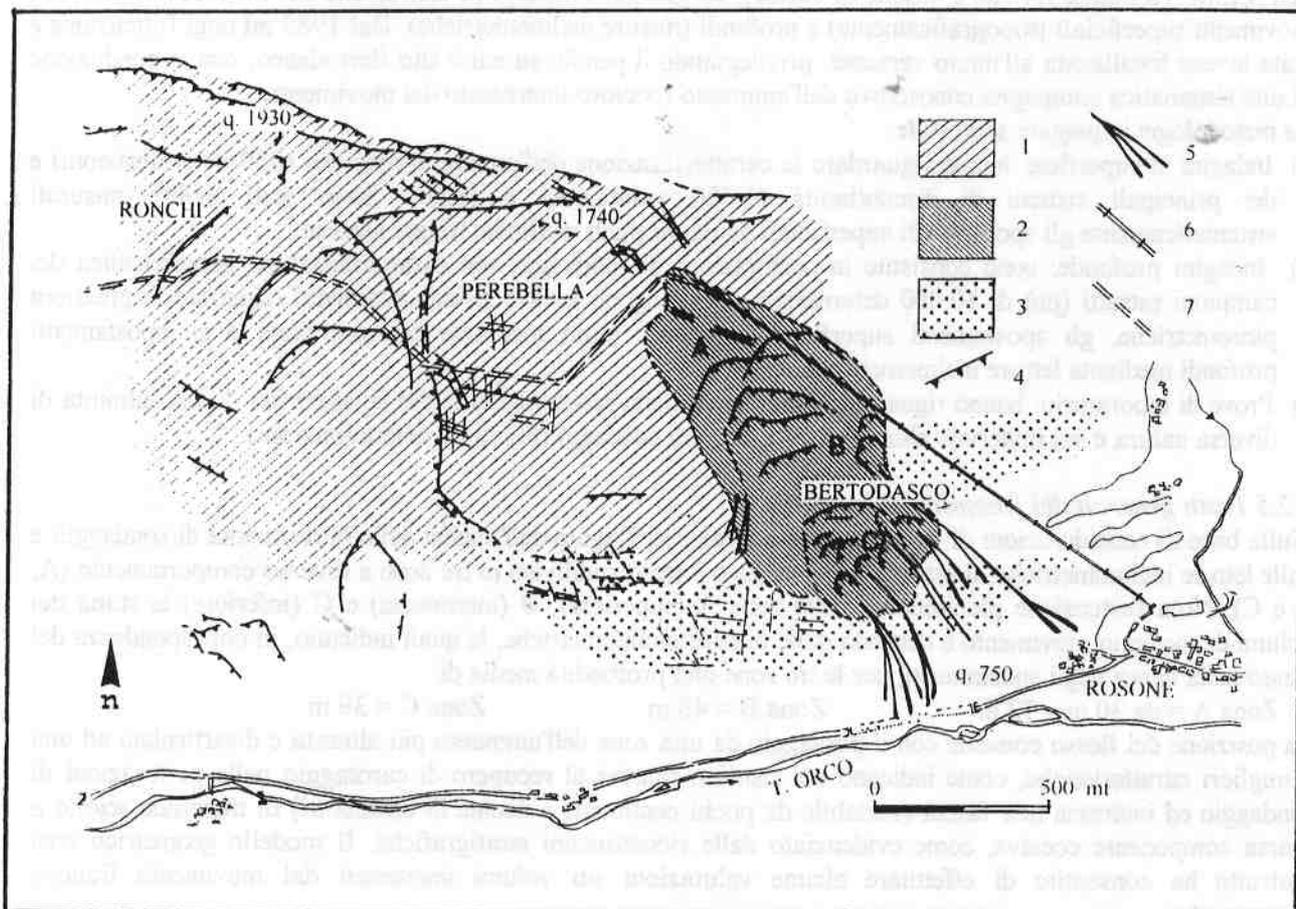


Fig. 2 - Schema geomorfologico delle frana di Rosone. Legenda: 1) settore di deformazione gravitativa profonda, 2) area in frana per movimento su superfici di rottura, 3) parete rocciosa e sistemi di frattura, 4) traccia delle scarpate maggiori, anche in contropendenza, 5) colate di detrito, 6) condotte forzate, 7) galleria serbatoio dell'A.E.M.

Rosone landslide - Geomorphological sketch: 1) deep seated gravitational deformation, 2) landslide defined by well identified failure surfaces, 3) rock cliff and joint systems, 4) principal scarp trace (uphill facing scarps too), 5) blocks flow and rolling blocks, 6) penstock, 7) reservoir tunnel.

Nell'evoluzione dell'intero versante (Ronchi, Peregella e Bertodasco) sembra aver giocato un ruolo predominante la "bastionata" rocciosa presente alla base del pendio. E' probabile che questa svolga una funzione di struttura di contenimento, infatti:

- il settore **Ronchi** dove essa è mancante, probabilmente per avvenuto cedimento, risulta sede di un fenomeno franoso molto evoluto e di vaste dimensioni;

- il settore **Bertodasco**, dove la *bastionata* rocciosa è presente ma disarticolata in più punti e smantellata localmente, è soggetto tuttora a movimenti franosi interessanti l'intero pendio;
- il settore **Perebella**, che separa i precedenti, riconducibile ad una fase iniziale di sviluppo, evidenzia una generale integrità della massa rocciosa posta alla base del pendio.

L'analisi condotta ha consentito di individuare il settore di Bertodasco come quello più suscettibile di evoluzione catastrofica, in base alla tipologia e cinematica del fenomeno franoso e alle ricorrenti notizie storiche inerenti i movimenti.

3.2.4 Studi eseguiti

Nel ventennio 1960-1980 l'attenzione era stata posta quasi esclusivamente ai settori limitrofi agli impianti dell'A.E.M. (condotte forzate e vasche di carico), eseguendo sondaggi (a distruzione del nucleo) e rilevando i movimenti superficiali (topograficamente) e profondi (misure inclinometriche). Dal 1985 ad oggi l'attenzione è stata invece focalizzata all'intero versante, privilegiando il pendio su cui è sito Bertodasco, con la conduzione di una sistematica campagna conoscitiva dell'ammasso roccioso interessato dai movimenti.

Le metodologie impiegate sono state:

- Indagini in superficie: hanno riguardato la caratterizzazione dell'ammasso roccioso (350 determinazioni) e dei principali sistemi di discontinuità (1.600 valutazioni e stime). Sono stati inoltre misurati sistematicamente gli spostamenti superficiali di alcuni punti mediante triangolazione.
- Indagini profonde: sono consistite in perforazioni di sondaggio con caratterizzazione geomeccanica dei campioni estratti (più di 10.000 determinazioni); vengono inoltre sistematicamente registrate le pressioni piezometriche, gli spostamenti superficiali di alcuni punti mediante triangolazione e gli spostamenti profondi mediante letture inclinometriche.
- Prove di laboratorio: hanno riguardato valutazioni della resistenza al taglio su superfici di discontinuità di diversa natura e sul materiale alterato recuperato dai sondaggi (più di 50 determinazioni).

3.2.5 Tratti generali del fenomeno di instabilità

Sulla base di considerazioni di tipo morfo-strutturale, suffragate dall'analisi delle perforazioni di sondaggio e dalle letture inclinometriche, il settore di Bertodasco è stato suddiviso in tre zone a diverso comportamento (A, B e C). Nota l'estensione planimetrica delle zone A (superiore), B (intermedia) e C (inferiore) la stima dei volumi di roccia in movimento è derivata dalle misure inclinometriche, le quali indicano, in corrispondenza del flusso nella curva degli spostamenti, per le tre zone una profondità media di:

Zona A = da 30 m a 72 m Zona B = 46 m Zona C = 39 m

La posizione del flesso coincide con il passaggio da una zona dell'ammasso più alterata e disarticolata ad una a migliori caratteristiche, come indicano nei risultati relativi al recupero di carotaggio nelle perforazioni di sondaggio ed interessa una fascia (variabile da pochi centimetri a decine di centimetri) di materiale sciolto a scarsa componente coesiva, come evidenziato dalle ricostruzioni stratigrafiche. Il modello geometrico così costruito ha consentito di effettuare alcune valutazioni sui volumi interessati dal movimento franoso riconosciuto:

$$V_A = (9.3 \div 12.1) \cdot 10^4 \text{ m}^3 \quad V_B = (8.2 \div 14.5) \cdot 10^4 \text{ m}^3 \quad V_C = (4.5 \div 8.5) \cdot 10^4 \text{ m}^3 \quad V_{tot} = (22 \div 35.1) \cdot 10^4 \text{ m}^3$$

Sulla base dei dati morfologici e delle misure di spostamento superficiali e profonde, appare ragionevole considerare un movimento generale di tipo prevalentemente traslatorio nella zona B e di tipo prevalentemente rotazionale nella zona C.

La suddivisione in zone omogenee di comportamento deriva, come ricordato, da valutazioni morfologiche aventi comunque un riscontro quantitativo. Infatti da monte verso valle (da A a C), si registra un progressivo aumento della velocità di spostamento indicata dagli inclinometri (da circa 1 cm/anno a circa 2.4 cm/anno) e un incremento della disarticolazione dell'ammasso roccioso indicato dai sondaggi.

Dall'analisi delle misure è possibile dedurre quanto segue:

- a) La parte inferiore evidenzia sempre movimenti di maggiore entità rispetto alle altre, con variazioni trascurabili della direzione di spostamento, molto prossima a quella di massima pendenza del pendio (coincidente con la giacitura della scistosità):
- b) Non è possibile pensare al moto rigido di un solido comprendente le tre zone; non esistono infatti indizi tali da far pensare ad una superficie di rottura continua; ciò è anche confermato dalla diversa entità e non simultaneità di spostamento registrata per i differenti settori (la zona A evidenzia spostamenti minori delle zone B e C). Anche all'interno delle singole zone sembrano esistere settori che si muovono indipendentemente;
- c) Non si nota comunque una tendenza generale all'aumento delle velocità o delle accelerazioni; le accelerazioni dovute ad eventi meteorici eccezionali portano a locali aumenti di velocità di spostamento, che non hanno condotto al collasso del versante anche se si sono misurati in corrispondenza della parte bassa di Bertodasco 9,2 cm di spostamento in circa 4 anni di attività di esercizio della strumentazione.

3.2.6 Stato attuale della modellizzazione

I modelli geometrico, geologico e cinematico hanno consentito di stimare geometria e volumi delle tre zone A, B e C contigue e in lento movimento del settore di Bertodasco. La finalità delle analisi di stabilità non è consistita nella definizione di un fattore di sicurezza in termini di equilibrio, ma nel fornire indicazioni sulla possibile evoluzione degli spostamenti in atto. In tale contesto si sono ricercate le cause:

a) Cause remote dell'attuale morfologia e struttura del pendio.

E' stata effettuata una serie di analisi numeriche mediante il codice alle differenze finite FLAC, in assenza o in presenza del sistema di scistosità. I risultati sembrano indicare che l'attuale morfologia del pendio e in particolare la forma convessa del piede e la fascia del materiale dislocato e fratturato della zona superficiale (40-50 m) possano essere stati causati dall'azione conseguente al ritiro del ghiaccio. L'analisi evidenzia anche la caduta a valle di piccole porzioni di ammasso nella parte inferiore, tale comunque da non compromettere le condizioni di stabilità dell'intero pendio.

b) Cause recenti dei lenti spostamenti misurati nel tempo.

Vengono studiati i movimenti dell'ultimo decennio relativi alla fascia di materiale fratturato (di cui al punto a) al fine di un confronto con i dati inclinometrici, ipotizzando come causa principale del fenomeno la variazione nel tempo delle pressioni idrauliche e delle caratteristiche del materiale. Viene utilizzato il codice FLAC e un codice agli elementi finiti adottando per la fascia di materiale un comportamento visco-elastico o visco-plastico. Le analisi condotte con tali metodi intendono verificare se l'andamento degli spostamenti registrati negli ultimi anni implichi il decadimento delle caratteristiche di resistenza dei materiali e quindi possa portare ad una evoluzione catastrofica del fenomeno.

3.2.7 Evoluzione del rischio globale

Il quadro conoscitivo delineato ha permesso di individuare i fenomeni di instabilità, associando loro crescenti gradi di coinvolgimento areale del versante e relativa stima della possibilità di accadimento secondo lo schema seguente:

- a) caduta dei blocchi isolati;
- b) instabilizzazione della zona C, delle zone B e C simultaneamente o in tempi diversi e delle zone A, B e C, anch'esse simultaneamente o in tempi diversi;
- c) coinvolgimento del versante di Perebella a seguito di quanto al punto b).

Caduta di blocchi isolati:

Considerando la massima distanza alla quale in passato sono arrivati i massi, si può affermare che tutta la zona di fondovalle fino al torrente Orco può essere interessata da caduta massi, con potenziale coinvolgimento degli abitati di Rosone Vecchio, Fornolosa e della strada statale 460 per Ceresole.

Instabilizzazione della zona C, delle zone B e C e delle zone A, B e C:

Sussistono i presupposti tali da non escludere la possibilità di un collasso globale delle zone A, B e C. La valutazione delle aree potenzialmente coinvolgibili è stata effettuata facendo riferimento a criteri energetici che mettono in relazione i volumi instabili con le possibili elongazioni.

Sviluppi.

Le attività di studio sono volte al momento attuale a tre settori di indagine:

- controllo delle zone instabili mediante la progettazione e la messa a punto di un sistema di monitoraggio integrato;
- approfondimento e affinamento del fenomeno mediante taratura di modelli di calcolo, basati su procedure numeriche, ricorrendo ad analisi delle diverse configurazioni assunte dal pendio negli ultimi 40 anni e alla riproduzione, per lo meno qualitativa, dell'andamento degli spostamenti registrati;
- campagna di prospezione geofisica.

3.3 La "Carta dei danni e degli effetti indotti da attività fluviale e torrentizia nel bacino della Dora Riparia ed indici di disequilibrio *ID* dei principali corsi d'acqua"

Il quadro conoscitivo degli eventi pregressi analizzati in termini di distinzione tipologica, meccanismi evolutivi, frequenza e distribuzione spaziale, rappresenta uno strumento indispensabile per affrontare il problema della pericolosità geologica. I ricorrenti e gravi danni indotti dai fenomeni alluvionali verificatisi in questi ultimi anni possono aver fatto sorgere la convinzione che le piene disastrose dei corsi d'acqua siano diventate più frequenti rispetto al passato. In base all'esperienza acquisita ed alla analisi dei dati storici, si può ribadire che tale affermazione non è giustificata e che l'incremento dell'entità dei danni registrati è principalmente riconducibile ai vari fattori di squilibrio introdotti dall'uomo, sia nei bacini montani che lungo i corsi d'acqua in pianura. Ogni danno ed effetto indotto riassume quindi in sé implicitamente:

- l'entità e la dinamica dell'evento;
- l'utilizzo del territorio;
- la presenza, l'efficacia e la funzionalità degli interventi sistematori.

Il verificarsi di danni ricorrenti in un medesimo luogo segnala in modo evidente la persistenza di una "conflittualità" tra l'evoluzione di un processo naturale e l'uso del territorio.

L'elaborazione dei dati storici, organizzati tramite procedura informatica, consente di evidenziare tali situazioni di persistente conflittualità.

L'intera Val di Susa, nel settore nord occidentale del Piemonte (Fig. 3), è stata oggetto di un'analisi territoriale sistematica che ha consentito la predisposizione di un prodotto complesso, costituito da una carta tematica dei danni (per attività fluviale e torrentizia) ai centri abitati in scala 1:50.000 e dall'attribuzione per ogni corso d'acqua di un indice quantitativo denominato *ID* (Indice di Disequilibrio). Esso permette di porre l'attenzione su quelle situazioni su cui si sono verificati danni recenti e di valutare e pesare contemporaneamente gli avvenimenti pregressi (Fig. 4).

Sulla cartografia sono stati riportati, per ciascuna località e per ciascun corso d'acqua interessato il tipo di processo fluviale (forma del simbolo), la gravità del danno (campitura) e la frequenza degli eventi.

L'Indice di Disequilibrio *ID*, espresso dall'equazione (1), è stato calcolato per i corsi d'acqua per i quali si hanno notizie di almeno cinque eventi negli ultimi cento anni:

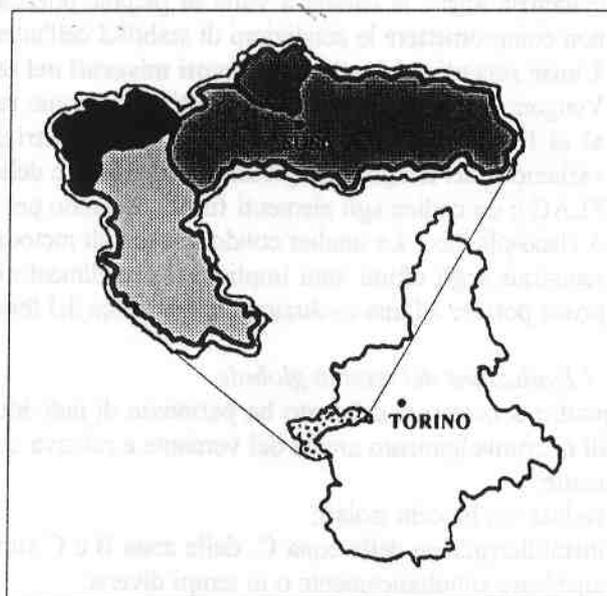


Fig 3 - Ubicazione geografica e delimitazione degli ambiti campionari.

Boundaries of the sample areas in the territory considered.

$$ID = \frac{T \cdot K}{r \cdot (T_a - T_u)} \quad (1)$$

Dall'analisi della (1) si osserva come ID sia direttamente proporzionale a T (o in altri termini "tenga memoria" dell'intera serie storica), inversamente proporzionale alla ricorrenza r (intervallo di tempo medio, tra un evento che ha causato danni ed il successivo) ed all'intervallo di tempo esistente tra l'ultimo evento che ha provocato danni e la data assunta come attuale ($T_a - T_u$). L'andamento qualitativo dell'indice di disequilibrio ID , trascurando l'influenza di K è riportato in figura 5. Quest'ultimo incide invece sulle pendenze dei due rami e sulla posizione del flesso della funzione ID .

Nel corso dell'analisi sorgevano due diversi problemi da affrontare connessi alla:

- 1) Confrontabilità dei dati: si trattava infatti di raffrontare tra loro serie storiche (riferite ad ogni corso d'acqua) caratterizzate da un numero diverso e generalmente limitato di ricorrenze;
- 2) Ruolo giocato dal denominatore della (1): ovvero valutare quando la proporzionalità inversa espressa da $1/(T_a - T_u)$ divenisse pienamente efficace o acquisisse piena validità.

- T : ampiezza della serie storica.
- K : fattore di correzione derivato dall'analisi statistica dei danni.
- r : ricorrenza degli eventi a cui sono associati i danni
- T_u : data in cui si è verificato l'ultimo evento
- T_a : data di riferimento (05/1994)

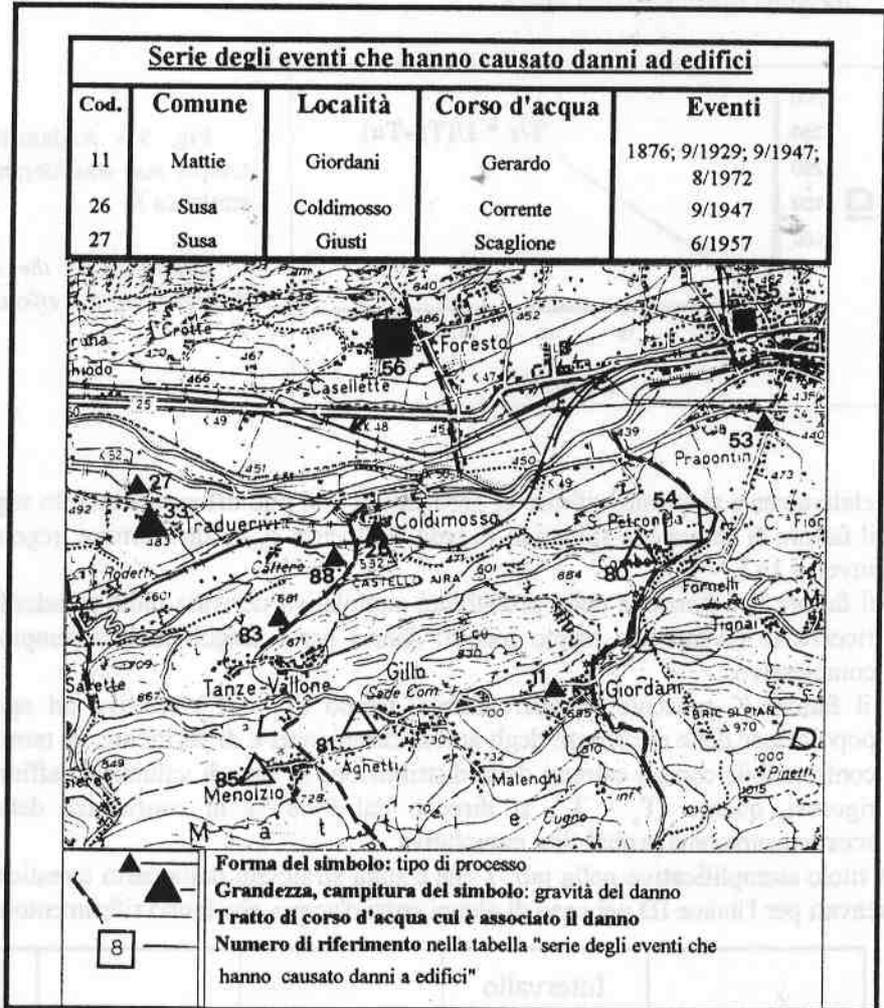


Fig. 4 - Stralcio della "Carta dei Danni e degli Effetti indotti da Attività Fluviale Torrenzia nel Bacino della Dora Riparia ed Indice di Disequilibrio ID dei Principali Corsi d'Acqua.

An example of automatically generated thematic map of damages caused by floods to buildings in Val di Susa, integrated with ID (Disequilibrium Index).

Al fine di trovare una congruente soluzione ai due quesiti si è ricorsi all'analisi statistica dei dati. Il problema n.1 è stato affrontato per passi successivi nel seguente modo:

- a) individuazione degli ambiti campionari comprendenti più bacini. La delimitazione è stata operata in funzione della distribuzione spaziale e temporale degli eventi e della conoscenza intrinseca del territorio;
- b) determinazione ed analisi delle distribuzioni statistiche delle ricorrenze degli eventi che hanno provocato danni per ogni corso d'acqua;

- c) confronto tra le distribuzioni statistiche degli eventi alluvionali riferite al singolo corso d'acqua e la distribuzione dell'ambito campionario al quale appartengono tutti i bacini dei diversi corsi d'acqua. Per valutare se la distribuzione del singolo corso d'acqua potesse essere considerata un'estrazione della distribuzione dell'ambito campionario di riferimento, si è ricorsi alla teoria dei piccoli campioni applicando il test di significatività di Student a 2 code con livello di significatività pari allo 0,02%;
- d) confronto tra le distribuzioni statistiche relative agli ambiti campionari in cui è stata divisa la Val di Susa e la distribuzione degli eventi riferiti all'ambito campionario complessivo (bacino montano della Dora Riparia, con chiusura alla confluenza del T. Messa); tale fase è stata condotta impiegando le medesime modalità operative della fase C.

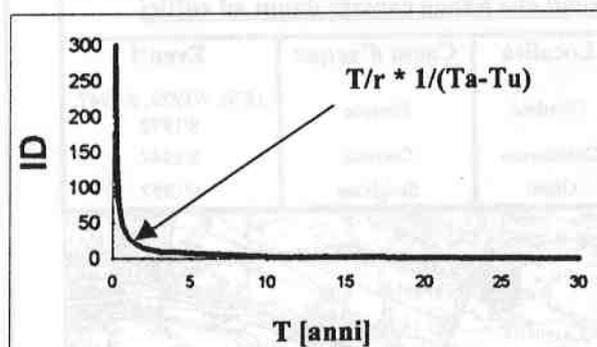


Fig. 5 - Andamento dell'indice ID in funzione del tempo, non considerando l'effetto del fattore di correzione statistica K .

Evolution of the ID index as a function of time, disregarding the effects of the statistical correction factor K .

Relativamente al quesito riferito al problema n. 2 si può affermare quanto segue:

- il fattore di correzione statistico K pesa l'influenza o , in altri termini, regola l'incidenza della proporzionalità inversa $1/(T_a - T_u)$;
- il fattore K è funzione della probabilità cumulativa derivata dalla standardizzazione delle distribuzioni delle ricorrenze (eventi che hanno indotto danni) per i singoli ambiti campionari e per l'ambito campionario complessivo;
- il fattore K consente di raffrontare il tempo $(T_a - T_u)$ relativo ad ogni singolo corso d'acqua con la popolazione delle ricorrenze degli ambiti campionari e di verificare, in termini qualitativi quanto $(T_a - T_u)$ sia confrontabile con gli estremi della distribuzione al fine di valutarne l'affidabilità intrinseca e, in termini più rigorosi, quanto $(T_a - T_u)$ si discosti dal 99,87% di confidenza della distribuzione esprimendo tale scostamento come probabilità cumulativa.

A titolo esemplificativo nella tab. 1 che è stata stralciata dalla carta tematica elaborata, sono riportati i valori ricavati per l'indice ID nel caso di alcuni corsi d'acqua che fanno riferimento a 3 diversi ambiti campionari.

Corso d'acqua	Intervallo della serie storica	$T_a - T_u$	Frequenza	ID 5/1994	ID 5/1996
Marderello	133	0.66	3.88	> 142	64
Pissaglio	91	17.0	4.10	12.8	11.5
Rho	100	25.5	3.49	11.1	10.3

Tab.1 - Valori caratteristici ottenuti per tre corsi d'acqua in tre diverse aree campionarie: indice ID valutato al maggio 1994 ed ipotesi al maggio 1996 in assenza di eventi di piena.

Characteristic values obtained for three water courses in three different sample areas (calculated as at may 1994 or, in the absence of events, at may 1996).

L'impiego dell' ID offre vantaggi e svantaggi qui brevemente riassunti.

Vantaggi:

- possibilità di evidenziare, lungo alcuni corsi d'acqua, la persistenza di situazioni di conflittualità tra l'evoluzione di processi naturali e l'uso del territorio mediante il ricorso ad indici numerici confrontabili e direttamente legati all'incidenza del "disequilibrio";
- possibilità di valutare implicitamente la validità delle scelte d'uso del territorio oltre alla "funzionalità" di eventuali interventi sistematori;
- possibilità di "tenere memoria" della serie storica anche nel caso che il tempo trascorso dall'ultimo evento che ha provocato danni sia superiore al limite di confidenza pari al 99.87% della distribuzione di riferimento o in altri termini possibilità di introdurre un indicatore che funga indirettamente da "fattore di sicurezza" degli interventi antropici;
- possibilità di integrare, affinare e verificare la "bontà" dell'indice ID attraverso le informazioni connesse alla tipologia dei danni e dei processi (dinamica, evoluzione) riportate dalla cartografia tematica;
- possibilità di aggiornare l'indice ID e di valutarne l'andamento nel tempo.

Limitazioni:

- approccio metodologico ancora da affinare;
- l'indice ID viene derivato sulla base dell'analisi dei dati storici che risentono di un certo grado di aleatorietà;
- l'indice ID va considerato come un indicatore da impiegarsi in studi a carattere di pianificazione territoriale per valutazioni preliminari delle priorità di attenzione da attribuire a determinate situazioni di "disequilibrio";
- la determinazione dell'indice ID prescinde dalla conoscenza degli interventi sistematori e pertanto situazioni che al momento attuale presentano valori di ID elevati possono essere sufficientemente sotto controllo in ragione di interventi eseguiti durante gli ultimi anni che hanno minimizzato lo stato di disequilibrio preesistente.

A supporto della bontà del metodo si può evidenziare come, analizzando le informazioni riguardanti i processi di instabilità verificatisi dopo il maggio 1994, data degli ultimi eventi considerati nell'elaborato, molti corsi d'acqua aventi ID più alto, abbiano dato luogo a danni, quali ad esempio il Torrente Marderello di Novalesa (due eventi tra il 1994 ed il 1995), il Torrente Messavecchia di Almese, il Torrente Valle Stretta ed il Rio Gran Gorgia di Bardonecchia.

3.4 Gli scivolamenti planari nel territorio delle Langhe Piemontesi a seguito dell'evento alluvionale del 4-6 novembre 1964.

Esame del quadro conoscitivo in funzione di analisi previsionali e di gestione territoriale

Il territorio delle Langhe, delimitato approssimativamente a Nord e ad Ovest dal F. Tanaro, a Sud dai rilievi liguri e ad Est dal F. Orba, è costituito da una vasta area collinare che comprende piccoli e medi insediamenti abitativi e strade di collegamento. La zona è interessata in modo ripetitivo da una serie di frane per traslazione (scivolamenti planari) che si attivano in formazioni geologiche complesse costituite in prevalenza da litotipi marnosi, marnoso-siltosi ed arenaceo-sabbiosi in successioni ritmiche. Gli scivolamenti si determinano lungo superfici di strato aventi inclinazioni prossime a quella dei versanti (8°-15°).

Durante il grave evento alluvionale che ha colpito il territorio piemontese il 4-6 novembre 1994, questa tipologia di frana si è evidenziata, nel bacino del Tanaro, come la fenomenologia più ricorrente, più diffusa arealmente e di maggiori dimensioni (in un settore di territorio assimilabile ad un quadrato di circa 30 km di lato sono stati rilevati oltre 500 movimenti franosi).

Le situazioni osservate risultano essere in parte riconducibili a riattivazioni (44%) di fenomeni riconosciuti in passato (Sistema Informativo Geologico della Regione Piemonte), mostrando una netta corrispondenza con gli elementi strutturali precedentemente riconosciuti. Non mancano, d'altra parte, processi di instabilità di neoformazione.

E' stata rilevata un'ampia variabilità di situazioni corrispondente a diversi stati evolutivi, dalla sola apertura, nelle parti superiori del versante, di fessurazioni talora profonde oltre 10 metri e con sviluppo lineare anche di varie centinaia di metri fino al completo scompaginamento dell'intera massa dislocata.

Queste frane attivatesi per lo più durante l'evento hanno mostrato ancora nei giorni successivi indizi di una certa attività, benché in forte rallentamento.

Al fine di attuare tutte le misure di salvaguardia della pubblica incolumità e di pianificare gli interventi, è stata avviata un'analisi interpretativa delle foto aeree scattate immediatamente dopo l'alluvione, integrata da controlli e tarature in campagna. Ciò ha permesso di individuare differenti tipologie evolutive (Fig. 6):

- **Evoluzione incipiente** caratterizzata dall'apertura di fratture e fessurazioni e da forme non sempre evidenti di ondulazioni e rigonfiamento del versante nei tratti inferiori;
- **Evoluzione libera piano parallelo** in cui la massa franata ha goduto di ampia libertà al piede, avendo i giunti di strato la medesima inclinazione del pendio;
- **Evoluzione libera sovrascorrente** in cui, a causa della minore pendenza dei giunti di strato rispetto al versante, la massa franata sovrascorre, appunto, il pendio stesso;
- **Evoluzione confinata** in cui lo spostamento è avvenuto a scapito della deformazione in loco del piede.

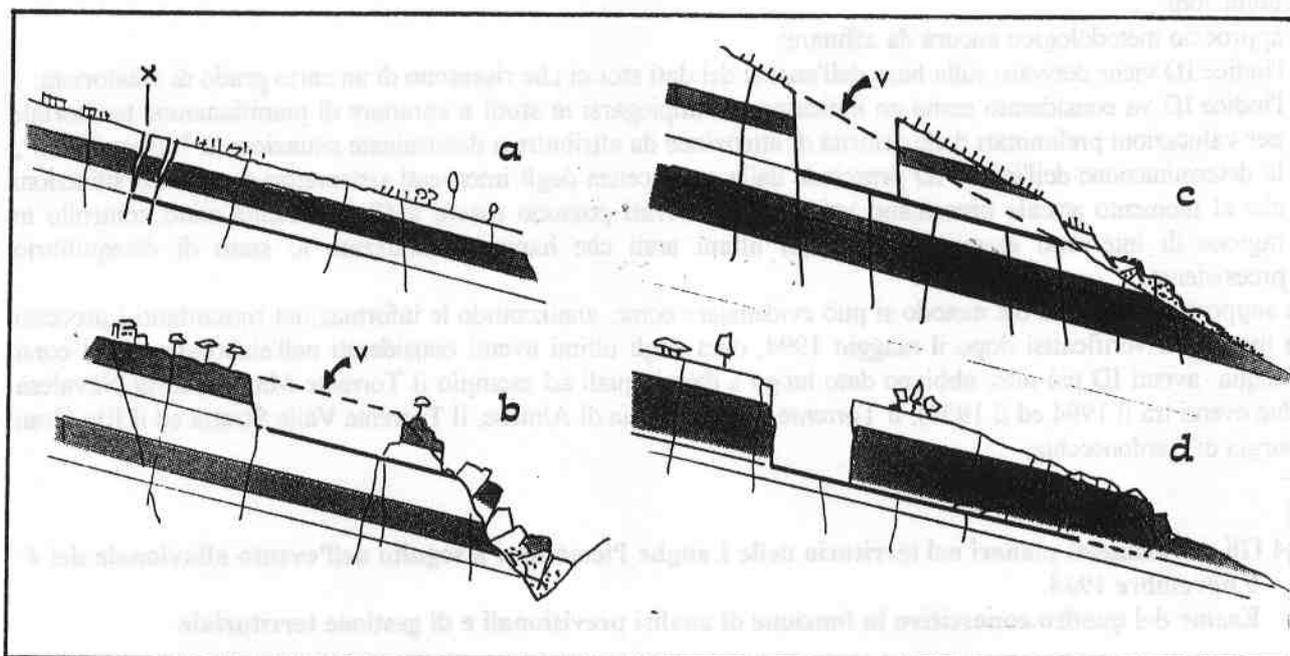


Fig. 6 - Caratterizzazione tipologica in base alla geometria del corpo di frana: a) evoluzione incipiente; b) evoluzione libera piano-parallela, c) evoluzione libera sovrascorrente, d) evoluzione confinata.

Typological characterization based on the body of the landslide: a) incipient evolution, b) free-planar evolution, c) slope oversliding evolution, d) confined evolution.

Parallelamente alla fotointerpretazione è stata avviata un'attività volta all'implementazione di un data-base associato, costruito a partire dai dati raccolti mediante opportune schede.

Il patrimonio di informazioni acquisito ha consentito di delineare il seguente quadro conoscitivo:

- L'analisi dei fenomeni di riattivazione di frane precedenti l'evento del novembre 1994 rapportati alle formazioni affioranti, mostra che i complessi litologici più colpiti sono le formazioni di Murazzano (36,78%), di Lequio (22,69%) e di Cassinasco (19,14%), sia per le loro caratteristiche litologiche sia anche per la maggior estensione areale che le caratterizza. Valori decisamente più bassi si ritrovano nelle formazioni di Cortemilia (6,38%), nella marna di Paroldo (5,67%), nella formazione di Rocchetta (5,07%) e

- di Monesiglio (3,54%). Quest'ultime hanno una distribuzione areale minore rispetto alle altre, fatta eccezione per la formazione di Cortemilia che tuttavia è caratterizzata da litologie arenacee più competenti.
- Oltre la metà delle frane prese in considerazione si sono manifestate come fenomeni incipienti mentre fra le forme evolute si è rilevato un 26,8% di tipologia sovrascorrente e un 6,7% di tipologia libera piano parallela e 11,49% di tipologia confinata.
 - Il maggior numero delle frane considerate (tipologie evolute) ha spessori inferiori a 5 metri (58,3%). E' ancora significativo il numero delle frane caratterizzate da spessori variabili fra 5 e 10 metri (30,1%) mentre si riduce sensibilmente per quelle comprese tra 10 e 15 metri (10,3%) e decresce ulteriormente per frane con spessori superiori a 15 metri (1,5%).
 - Un'analisi statistica desunta da un modello digitale del terreno (discretizzato da elementi triangolari di 30 m di lato) ha posto in evidenza che circa il 92% dei fenomeni franosi verificatisi durante l'evento del 1994 e, soprattutto, durante eventi precedenti avviene in versanti aventi immersione compresa nell'intervallo 210°-40°.
 - Relativamente ai danni provocati dall'evento alluvionale, si è notato che la percentuale di edifici minacciati è superiore a quella relativa ad edifici distrutti o danneggiati. Se si tiene conto che molti insediamenti, pur collocati su versanti a franapoggio, sono risultati non direttamente interessati dalle frane che si sono attivate, si può ritenere che sussista una certa memoria storica del problema che ha comportato una fisiologica selezione nel tempo delle aree più sicure da adibirsi a residenza. La stessa affermazione perde significato per la viabilità, dove il rapporto si inverte, vale a dire che è maggiore il numero dei casi in cui la viabilità è colpita direttamente invece che minacciata. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che lo sviluppo delle comunicazioni, come necessità di mantenimento della popolazione e delle attività in quest'area, ha subito un significativo incremento rispetto allo sviluppo urbanistico residenziale che si è piuttosto orientato sul recupero dell'esistente.
 - Durante il lavoro di raccolta dati in situ, sono state fatte numerose interviste tendenti a ricostruire i tempi e la dinamica dei movimenti. In particolare, si sono raccolte alcune interessanti notizie sul momento dell'insacco delle frane, fatto coincidere con la comparsa dei primi segni premonitori (percezione dei primi movimenti, comparsa di lesioni e prime fessurazioni su manufatti o terreni) e sull'ora del collasso, vale a dire il momento in cui si sono avuti maggiori e più significativi movimenti. Si constata in generale un significativo intervallo di tempo tra la comparsa dei primi segni premonitori e la fase di collasso. Dall'analisi di questi dati emerge che la quasi totalità delle frane si è attivata tra il pomeriggio e la notte del sabato 5 novembre con punte massime tra le ore 20.00 e le ore 24.00 di quello stesso giorno, mettendo in luce una buona corrispondenza tra precipitazione e movimenti.

Quanto evidenziato dall'indagine e ricavato dalle esperienze maturate nel corso degli studi condotti in passato sugli "scivolamenti planari" ha permesso di fornire utili indicazioni sulle condizioni di rischio delle Langhe piemontesi formulando indirizzi finalizzati ad una più consona gestione del territorio.

BIBLIOGRAFIA

- REGIONE PIEMONTE, CNR-IRPI Torino & CSI Piemonte (1990) - *Banca Dati Geologica*, maggio 1990, L'Artistica - Savigliano, 93.
- LUINO F., RAMASCO M., SUSELLA G. (1993) - *Atlante dei centri abitati instabili piemontesi (Legge 9 luglio 1908 n. 445 e seg.)*, Regione Piemonte, CNR-IRPI Torino, GNDICI, L'Artistica - Savigliano, 245.
- FORLATI F. et alii (1991) - *La deformazione gravitativa profonda di Rosone. Un approccio conoscitivo per la deformazione di una metodologia di studio*, Studi Trentini di Scienze Naturali, Trento, 68, 71-108.
- BELLARDONE G., FORLATI F., PISPICO R. (1994) - *Damage and morphological effects of natural instability processes. A methodological approach to automatic map production for the evaluation of*

geological risk, 1st European Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems, 13-16 giugno 1994, Bologna, in press.

FORLATI F., RAMASCO M., SUSELLA G. (1996) - *Gli scivolamenti planari nel territorio delle Langhe piemontesi. L'evento alluvionale del 4-6 novembre 1994*, (in preparazione).

REGIONE PIEMONTE, Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Archivio del Sistema Informativo Geologico.

ABSTRACT: The Department for the Prevention of Geological Risk of Piedmont Region, through the Study and Research Organisation - Geological Data Bank, carries out explorative activity concerning processes of geological instability involving regional territory. The work consists in the management of data through a geological information system to which several territorial units refer. In addition, specific studies are carried out on floods or other particular problems arising from geological hazard.

In particular, the following activities carried on by U.O. 2.2. of GNDCI, operating inside the already mentioned Department, are illustrated here: the editing of the Atlas of built up areas which, struck by disorder, are listed in a special register according to law 445/1908; a study of Rosone landslide which affects a sloping area in the Orco valley putting at risk communications, urban areas and hydroelectric plants; evaluation of records of natural instability, linked to river and stream activity in the Dora Riparia valley, intended for the definition of an "imbalance index" for a given water-course and, finally, a research on landslides by plane slides in the Langhe area which repeatedly affect the NW facing slopes, the latest parossistic event of which was linked to the 1994 flood.

BIBLIOGRAFIA

REGIONE PIEMONTE, CNR-IRPI Torino & CNR-Torino (1990) - *Strada del Canale Po (Liguria) - Piemonte* - L'Aquila - Savignone 83

LIBRO F. RAMASCO M., SUSELLA G. (1990) - *Atlas del territorio delle Langhe piemontesi* - L'Aquila - Savignone 83

FORLATI F. et al. (1991) - *La geologia del territorio delle Langhe piemontesi* - L'Aquila - Savignone 83

BELLARDONE G., FORLATI F., MESSICO B. (1994) - *Langhe and surrounding areas: a geological study* - L'Aquila - Savignone 83