



## *Progetto Strategico Interreg IVA Risknat*



### ***Attività B2/C2 Rischi idrogeologici e da fenomeni gravitativi***

#### ***SBARRAMENTI PER FRANA***

*Autori:*

*Alessio Colombo*

*Arpa Piemonte, Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto*

*Coordinamento attività B2:*

*Carlo Troisi*

*Regione Piemonte, Direzione OOPP Economia Montana e Foreste*

Maggio 2012



## Indice

1	Introduzione .....	2
2	Le frane da sbarramento .....	3
3	Formazione degli sbarramenti per frana .....	4
4	Tipologie dighe da sbarramento .....	7
5	Scheda di raccolta dati sugli sbarramenti.....	8
6	Evoluzione di un lago da sbarramento.....	9
7	Modalita' di rottura di uno sbarramento.....	10
8	Durata di uno sbarramento .....	12
9	Misure fisiche per migliorare la stabilità di uno sbarramento per frana.....	15
10	Utilizzo dei dati satellitari per la previsione e il monitoraggio di sbarramenti per frana.....	16
11	Bibliografia .....	17

## 1 Introduzione

Il presente rapporto rappresenta in sintesi le risultanze di un lavoro di analisi bibliografica e storica su quanto a oggi conosciuto e appreso sulla caratterizzazione la tipicizzazione evoluzione morfodinamica e approccio di mitigazione al problema degli sbarramenti dovuti al collasso parossistico di volumi rocciosi che per loro dinamica hanno invaso il fondovalle generando una diga con la conseguente formazione di un lago.

Il lavoro ha comportato:

- Recupero di una enorme quantità di materiale documentale;
- Analisi approfondita al fine di standardizzare genesi, nomenclatura, tipologia, evoluzione, rottura di uno sbarramento per frana;
- Proposta di una scheda di rilevamento dei caratteri e dei parametri fisici necessari alla caratterizzazione
- Primo tentativo di analisi GIS a scala regionale su base informatica tramite criteri geomorfologici e l'utilizzo della base dati SiFraP ;
- Utilizzo dei dati satellitari per la valutazione della stabilità dei corpi di sbarramento.



## 2 Le frane da sbarramento

La caduta di una frana che ostruisce un tratto di valle impedendo il naturale deflusso di un corso d'acqua può creare, a monte dello sbarramento, un vaso d'acqua il cui svuotamento improvviso può provocare effetti devastanti sul tratto a valle. Queste vere e proprie dighe di sedimento derivano da frane di vario genere, in particolare *rock avalanche*, ma anche per accumulo di materiale morenico, per colate laviche o fangose. Molte dighe da sbarramento si rompono poco dopo la formazione, altre possono avere una durata anche di diverse centinaia di anni. Inoltre la sommersione del tratto di fondovalle a ridosso dello sbarramento (per la relativa lenta risalita delle acque invase dalla diga) può provocare ingenti danni economici, oltre a diventare causa predisponente di eventuali altri franamenti a monte.

La formazione di laghi da sbarramento per frana è un evento naturale, a torto considerato assolutamente eccezionale. Due delle prime alluvioni catastrofiche registrate dovute al collasso di una diga da frana sono avvenute in Svizzera nel 563 D.C. (Eisbacher & Clague, 1984), e al centro di Java nel 1006 D.C. (Holmes, 1965). Molte altre se ne possono contare nei secoli in tutto il mondo, Italia compresa. Nel nostro paese le indagini scientifiche a questo riguardo sono state intraprese dopo il cosiddetto "Evento frana di Val Pola", 1987. Oltre a significare un grave dramma, l'evento franoso in questione rappresenta un complesso modello di verifica e di esercitazione, proprio per le fasi composite e concausali che lo hanno caratterizzato: alluvione, frana, formazione di un vaso naturale, pericolo di crollo dello sbarramento, rischio di caduta di altre frane nel bacino appena formato, problema di svuotamento dell'vaso ecc. Altri casi famosi in Italia sono il lago di Alleghe, formatosi per ostruzione nella valle del T. Cordevole (BL) in seguito alla caduta di una frana, la frana di Sernio in Valtellina, la frana di Val Vanoi in provincia di Trento, la frana di Antronapiana (che verrà trattata con particolare riguardo in questo lavoro), la frana di Kummersee in alta val Passiria in provincia di Bolzano e la frana di Borta nella valle del Fiume Tagliamento in provincia di Udine.

Per quanto riguarda gli sbarramenti nel mondo, è stato proposto da Costa & Schuster nel 1991 un lavoro che rappresenta il più completo inventario, anche bibliografico, che comprende 463 eventi. Clague & Evans (1994) hanno descritto 16 sbarramenti esistenti e 22 sbarramenti storici nella Cordigliera Canadese. In Cina, paese molto colpito da questo genere di calamità, Chai et al. (1995) hanno presentato un inventario di 147 sbarramenti attuali e storici.

In Italia è stato presentato un lavoro da Casagli & Ermini (1999) su 68 sbarramenti attuali e storici dell'Appennino Settentrionale, uno da Nicoletti *et al.* (2000) e uno da Pacino (2003) che analizzano i casi in Sicilia. La tesi di dottorato di Pirocchi ha fornito invece una rassegna analitica di laghi di sbarramento per frana, nell'arco alpino italiano, che hanno costituito, o possono costituire, una seria minaccia per persone e beni. (scopo della di questa tesi è anche quello di integrare il lavoro di Pirocchi con particolare riguardo alla provincia del VCO).



### 3 Formazione degli sbarramenti per frana

#### AMBIENTE DI FORMAZIONE

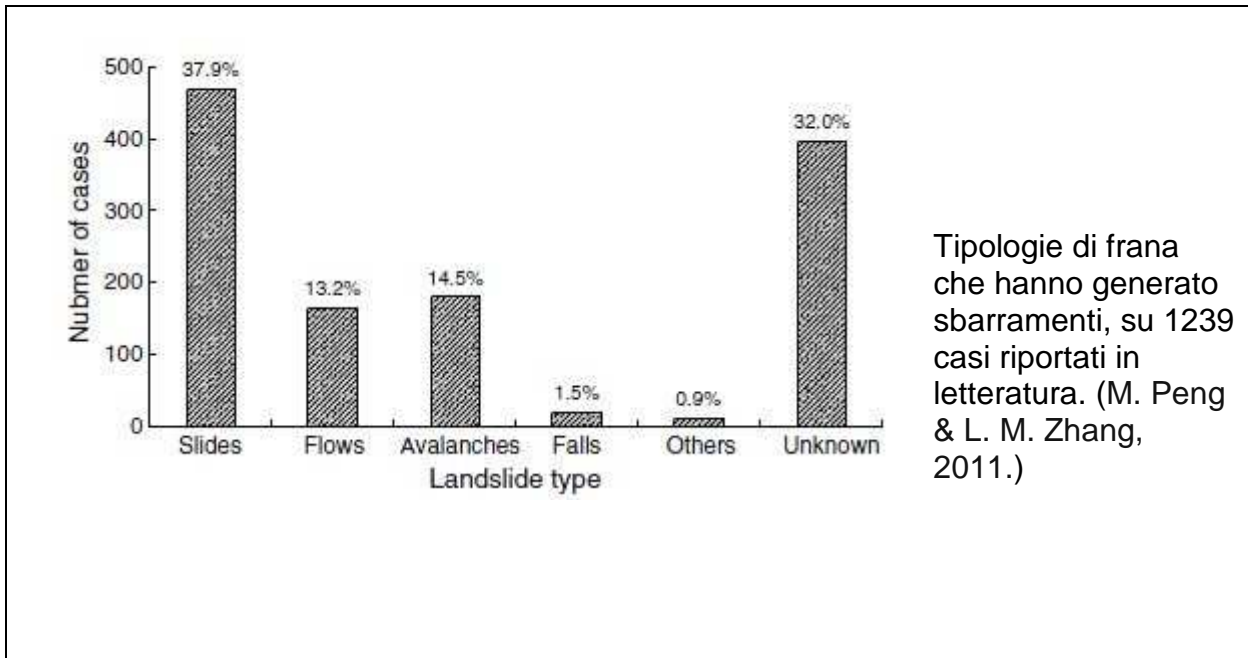
Gli sbarramenti da frana si formano molto frequentemente dove valli strette e scoscese sono circondate da alti rilievi. Questa situazione è comune in aree attive dove possono verificarsi terremoti o esserci vulcani o pareti pressoché verticali di origine glaciale. Queste zone in genere dispongono di molto materiale che può dare origine a frane come bedrock fratturato o che presenta zone di taglio. In valli strette bastano piccoli volumi di sedimenti per formare uno sbarramento infatti questi fenomeni sono molto meno comuni in valli ampie e aperte.

#### TIPOLOGIE DI MOVIMENTI DI MASSA CHE POSSONO ORIGINARE SBARRAMENTI

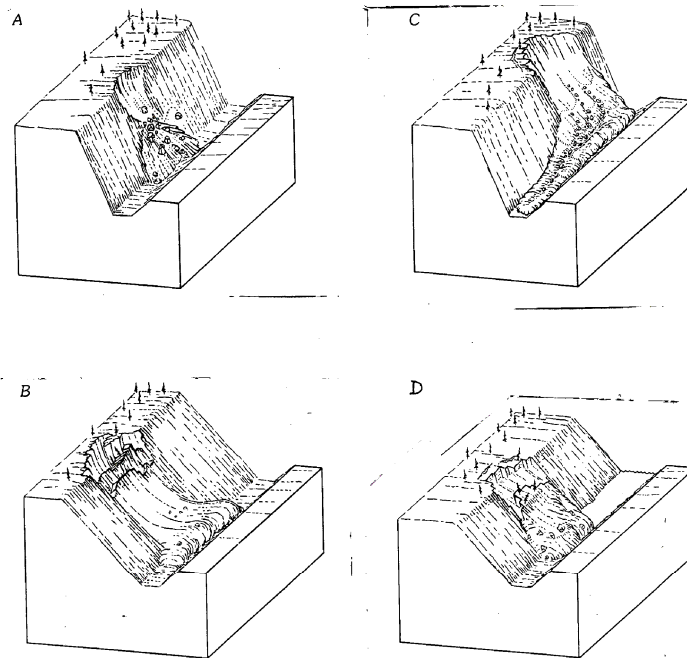
Lo studio di 184 dighe da sbarramento ha mostrato che esistono diverse tipologie di movimenti di massa che possono generare sbarramenti. La maggior parte, tuttavia, sono causate da valanghe di roccia e sedimenti, da slump intesi come movimenti roto-traslazionali, da scivolamenti e da flussi.

Le valanghe di roccia o "*Rock avalanche*" sono grandi frane rapide caratterizzate da volumi medi maggiori da 2 a 10 milioni di metri cubi, con velocità dell'ordine delle decine di metri al secondo che costituiscono uno dei fenomeni naturali dal più elevato potere distruttivo. Presentano delle caratteristiche del moto che costituiscono uno degli interrogativi più discussi nell'attuale dibattito internazionale di argomento geologico e nessuna delle varie teorie avanzate finora a questo proposito è stata completamente accettata dalla comunità scientifica. L'aspetto più strano del comportamento delle valanghe di roccia è che la distanza coperta durante la loro fase di trasporto risulta molto maggiore di quella che ci si aspetterebbe dalle normali leggi dell'attrito di Coulomb che, d'altro canto, funzionano in maniera soddisfacente con frane di volumetria inferiore. Le principali cause di innesco di questi fenomeni sono i terremoti, la caduta di forti piogge o neve, cambiamenti climatici e l'escavazione.

In generale le più grandi dighe si formano in valli con pareti ripide e strette perché c'è poco spazio per i sedimenti mobilitati di disperdersi. E' molto probabile che scivolamenti e slump di terra e roccia o valanghe di detrito e roccia siano responsabili dell'occlusione di valli strette perché si innescano su pendii ripidi e in molti casi hanno grandi velocità che permettono la totale interruzione del corso d'acqua prima che il materiale possa essere dilavato. Comunemente grandi dighe da sbarramento sono causate da frane complesse che partono come scivolamenti e si trasformano in valanghe di roccia o detrito. Colamenti di fango detrito o terra formano una significativa percentuale di dighe, generalmente sbarramenti formati in questa maniera non sono molto alti e, se composti da sedimenti non coesivi, generalmente tracimano velocemente. Colamenti piroclastici coesivi possono formare dighe stabili che durano per centinaia di anni.



Focalizzando l'attenzione sui processi che riguardano l'arco alpino il comune denominatore dei casi che si sono verificati è l'influenza, più o meno intensa, che i ghiacciai, con attività di erosione, trasporto e deposizione, hanno esercitato. Le aree glacializzate sono caratterizzate da rilievi molto energici, con dislivelli accentuati, erosione selettiva che accentua le debolezze fisico meccaniche della compagine rocciosa, circolazione d'acqua soggetta a cicli di gelo e disgelo, presenza di grande quantità di materiali non coesivi o a bassa coesione (falde e coni di detrito, coltri e cordoni morenici). L'attività glaciale si caratterizza pertanto come causa preparatoria dei fenomeni franosi. In un simile ambito sono riconoscibili con frequenza frane per crollo, se i volumi sono ingenti, valanghe di roccia, oppure scivolamenti planari o rotazionali.

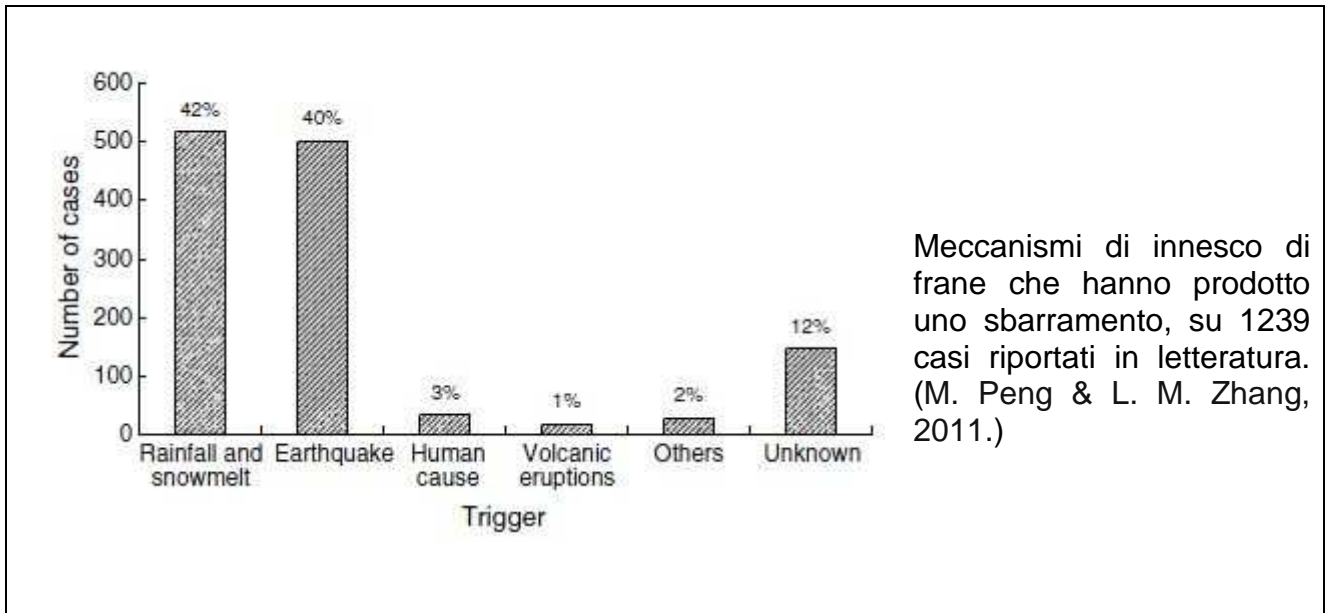


Esempi di movimenti di massa tipici dell'ambiente alpino.

- A) Frane da crollo
- B) Scivolamento rotazionale
- C) Valanga di roccia
- D) Scivolamento planare

#### CAUSE CHE PORTANO ALLA FORMAZIONE DI UNO SBARRAMENTO

I due processi principali che portano alla formazione di uno sbarramento sono eccessive precipitazioni (piovose e nevose) 42%, e terremoti 40%. Le eruzioni vulcaniche 1% o altri meccanismi di origine antropica 3% come la deforestazione o la sottoescavazione fluviale interessano una minima percentuale di casi noti in letteratura.



#### 4 Tipologie dighe da sbarramento

In accordo con la classificazione proposta da Costa & Schuster (1988) le dighe per frana possono essere distinte in 6 tipologie diverse a seconda della relazione che hanno con il fondovalle.

**TIPO I:** i corpi franosi sono piccoli rispetto all'ampiezza del fondovalle non raggiungono il fianco opposto della valle (11% di 184 landslide dams in tutto il mondo). Il lago che si può formare è generalmente piccolo e poco profondo.

**TIPO II:** le frane attraversano l'intero fondovalle risalendo il fianco opposto. Questa condizione si verifica abbastanza frequentemente (44%) dando origine a laghi più larghi che profondi, potenzialmente pericolosi.

**TIPO III:** il materiale franato occupa la valle da parte a parte e si distribuisce su lunghe distanze sia a valle che a monte della zona di distacco. Questa tipologia di sbarramento è abbastanza frequente (41%) e generalmente coinvolge volumi molto grandi. In letteratura sono noti in cui l'accumulo di grandi porzioni sbarrano anche i corsi d'acqua tributari, creando così ulteriori laghi potenzialmente pericolosi.

**TIPO IV:** si verifica la contemporanea caduta di materiale da tutti e due i fianchi vallivi; gli accumuli di frana possono giustapporsi uno contro l'altro nel mezzo della valle o sovrapporsi frontalmente uno sull'altro. Pochi casi (<1%) appartengono a questo tipo per essi, inoltre, è difficile stabilire la contemporaneità dei frammenti dai due fianchi della valle.

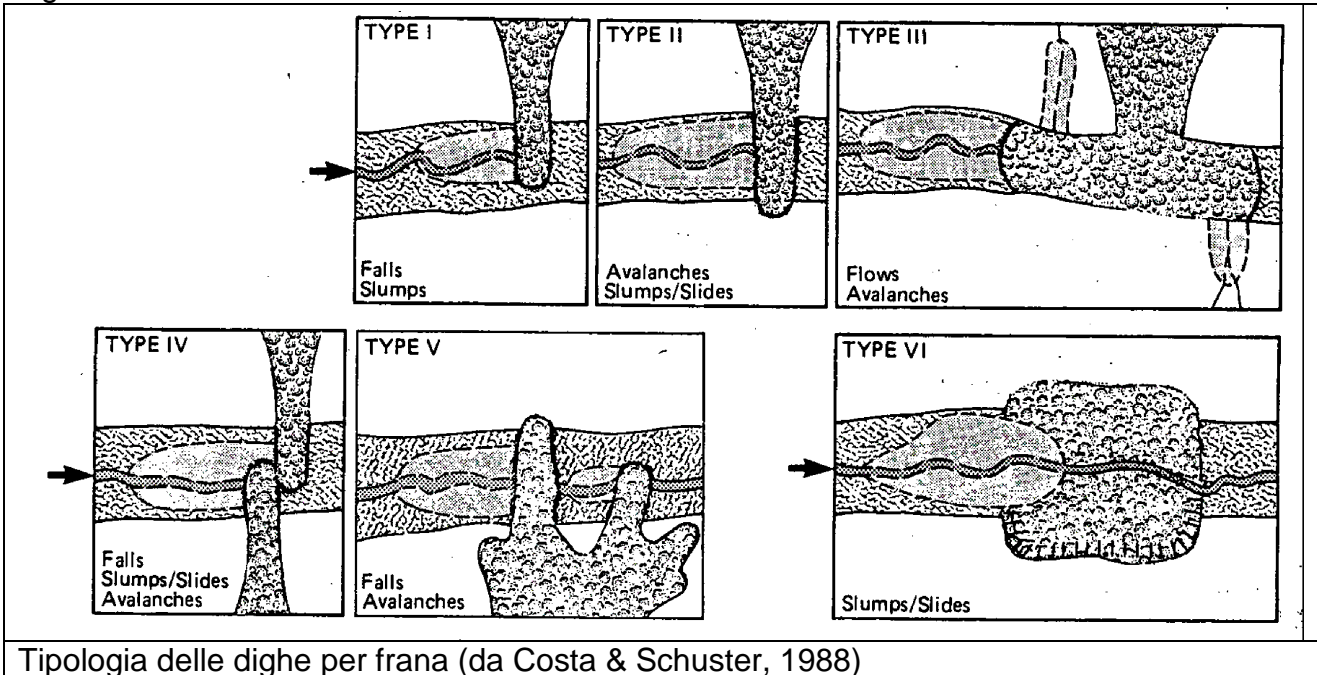
**TIPO V:** se la stessa frana presenta lobi multipli di accumulo si possono formare due o più sbarramenti sullo stesso corso d'acqua. Laghi di questo tipo possono essere pericolosi se le valli sono strette e il volume del materiale è sufficiente a formare uno sbarramento abbastanza elevato. Sbarramenti di questo tipo hanno una bassa incidenza (<1%).

**TIPO VI:** se una superficie di scivolamento si estende sotto il piano vallivo ed emerge dalla parte opposta della valle, può accadere che piccoli scivolamenti basali





provocano l'innalzamento dell'alveo e l'inversione del locale gradiente del profilo longitudinale, con conseguente ristagno d'acqua. Non è una tipologia di sbarramento molto frequente (3%). Le frane del tipo IV costituiscono una scarsa minaccia di ondata di piena a valle rispetto agli altri tipi perché non provocano uno sbarramento completo; la corrente può continuare a scorrere sul detrito dello sbarramento, così che la probabilità di una brusca tracimazione e di una rapida incisione dello sbarramento sono abbastanza limitate. L'accumulo di acqua è generalmente ridotto e il gradiente della corrente è localmente affievolito.



Tipologia delle dighe per frana (da Costa & Schuster, 1988)

## 5 Scheda di raccolta dati sugli sbarramenti

Per identificare e analizzare al meglio un fenomeno franoso che abbia indotto la formazione di uno sbarramento è possibile usare la seguente scheda che funge come una sorta di promemoria dei dati da raccogliere su terreno e non. In pochissimi casi è possibile compilarla completamente. I campi in cui non si hanno dati da inserire sono da compilare con un punto di domanda (?) mentre dove il campo non è compilabile inserire un trattino (-).

LOCALITA': nome della località in cui si è formata la diga.

DATA: anno, mese, e giorno in cui si è formata la diga.

FIUME O LAGO: nome geografico del fiume che è stato ostruito dalla frana e nome del lago che si è formato se è disponibile.

TIPOLOGIA DI FRANA: classificazione della frana secondo Varnes (1978).

MECCANISMO DI INNESCO: meccanismo che ha innescato la frana.





**VOLUME DELLA FRANA:** volume totale della frana in metri cubi.

**TIPOLOGIA DI DIGA:** tipologia di diga da sbarramento basata sulla relazione morfologica con il fondovalle, usando la classificazione di Costa & Schuster (1988).

**ALTEZZA DELLA DIGA:** dislivello tra il fondovalle e il punto più basso della diga ( punto in cui fuoriesce l'acqua negli eventi di tracimazione), in metri.

**LUNGHEZZA DELLA DIGA:** lunghezza del culmine della diga misurata perpendicolarmente all'asse maggiore della valle, in metri.

**LARGHEZZA DELLA DIGA:** larghezza della base della diga misurata parallelamente all'asse principale della valle, in metri.

**LUNGHEZZA DELL'INVASO:** lunghezza dell'invaso misurato a monte dello sbarramento, in metri.

**VOLUME DELL'INVASO:** volume, in genere massimo, dell'invaso, in metri cubi.

**TEMPO DI ROTTURA:** tempo che intercorre tra la formazione dello sbarramento e la sua rottura, in giorni.

**MECCANISMO DI ROTTURA:** processo fisico che ha portato alla distruzione parziale completa dello sbarramento e allo svuotamento dell'invaso.

**DIMENSIONE DELL'APERTURA:** geometria dell'apertura che si è formata nella diga. Questa è una componente importante per capire il modello di rottura della diga.

**CONTROLLI:** qualsiasi modificazione fisica fatta per diminuire il volume d'acqua dell'invaso, diminuzione dell'altezza dello sbarramento, cambiamento della sua geometria, o prevenzione dell'erosione al momento della tracimazione.

**MATERIALE DI CUI E' COMPOSTA LA DIGA:** materiale principale di cui è fatta la diga.

**REFERENZE:** sorgente delle informazioni riguardo ogni singola diga.

**COMMENTI:** informazioni generali riguardo gli effetti della rottura della diga.

## **6 Evoluzione di un lago da sbarramento**

I laghi da sbarramento possono avere molteplici tendenze evolutive. In particolare si possono distinguere le seguenti modalità di comportamento.

- Il lago può persistere fino al suo totale interrimento. Questo caso è riconoscibile dal ritrovamento di un fondovalle pianeggiante a monte dello



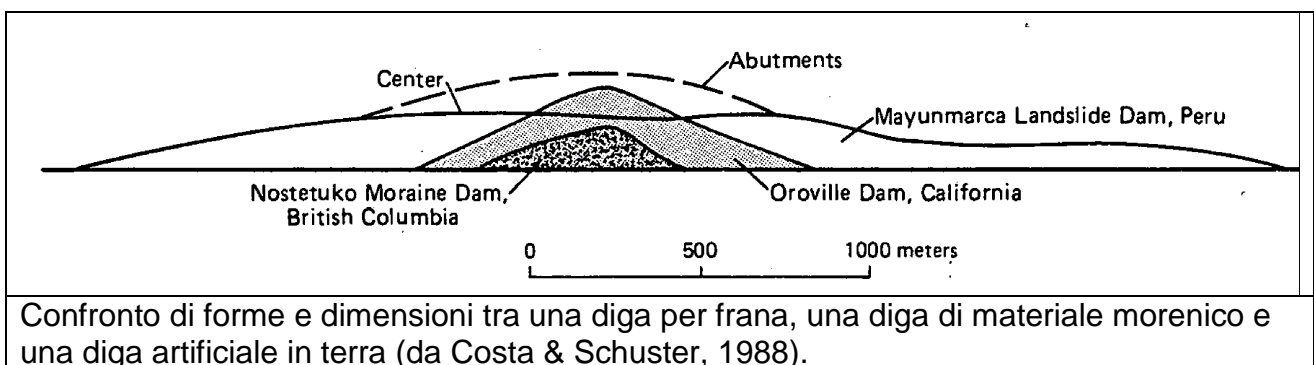
sbarramento, caratterizzato da un insolito accumulo alluvionale ricoperto da un manto erboso o a plaghe paludose. Si possono ritrovare perciò dei laghi tuttora esistenti formatisi da frane cadute molti anni fa (Antrona). Questi invasi vengono spesso sfruttati come bacini idroelettrici.

- Il lago si può svuotare progressivamente per graduale erosione della soglia dello sbarramento. Tale processo determina la persistenza del lago per un certo periodo di tempo con livello dell'invaso naturale progressivamente decrescente. Il riscontro sul terreno è spesso un accumulo costituito da un insieme di blocchi accatastati, totalmente privi di frazione fine, asportata dalle acque correnti.
- Si verifica il collasso della diga naturale e il lago si svuota improvvisamente; l'accumulo appare a volte completamente diviso in due dal corso d'acqua. Il collasso improvviso dello sbarramento provoca i danni maggiori perché un violentissimo flusso d'acqua, fango e detriti percorre il fondovalle.

La longevità delle dighe per frana e la conseguente durata del bacino lacustre a monte, è stata analizzata da (Schuster & Costa, 1988).

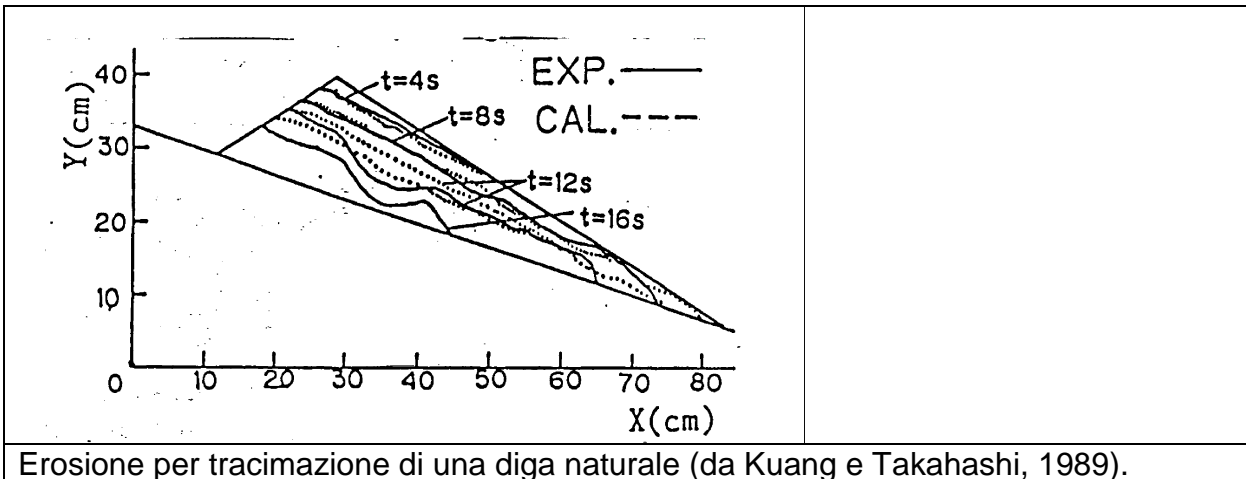
## 7 Modalità' di rottura di uno sbarramento

E' possibile rendersi conto di quali fattori determinino il collasso di uno sbarramento naturale mediante un confronto, anche sommario, con le dighe artificiali o *rockfill*. Le dighe per frana sono innanzi tutto molto più larghe di quelle artificiali perché, formandosi in modo dinamico, il detrito si distribuisce su un'ampia superficie. Ne consegue un volume molto maggiore rispetto ad una diga artificiale della stessa altezza, dal momento che la base è molto più larga e i fianchi sono molto meno inclinati.

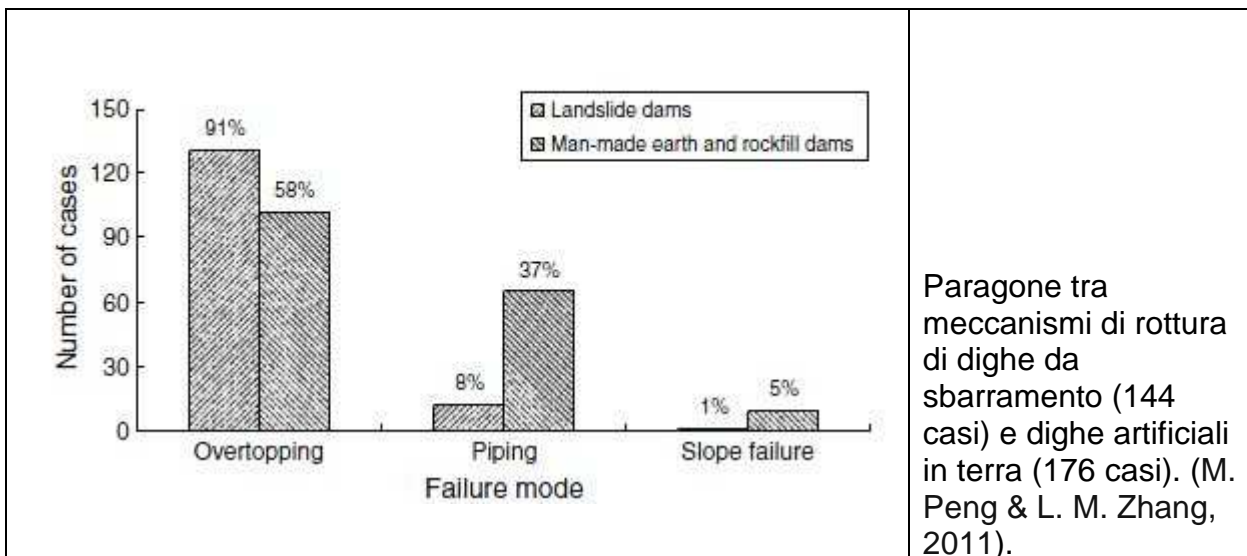
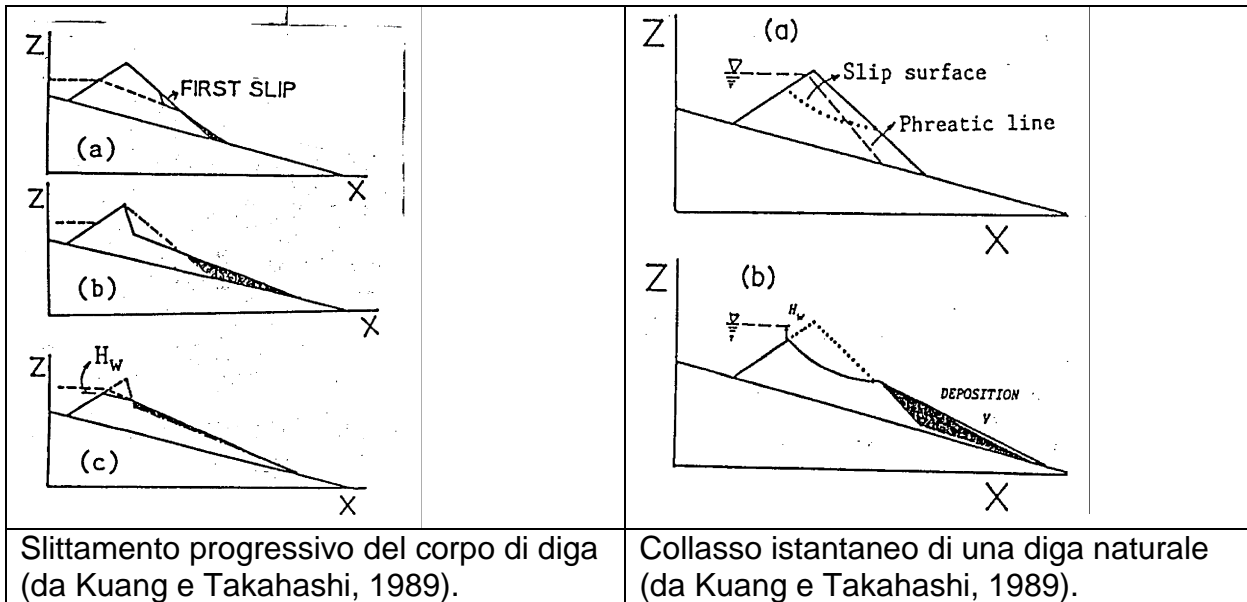




Oltre che per gli aspetti geometrici, una diga da sbarramento nel suo stato naturale differisce da una diga artificiale per il fatto che è costituita da una massa di materiale terroso, granulometricamente eterogeneo, non consolidato o scarsamente consolidato. Mancano inoltre canali di sfioro e scarichi di troppo pieno, di conseguenza le dighe per frana comunemente vengono distrutte per tracimazione seguita da una seconda fase in cui si forma una breccia sul corpo di frana creata dall'erosione dell'acqua che fuoriesce.



In una diga per frana non ci sono neanche setti impermeabili, filtri e dreni per tenere sotto controllo la pressione interstiziale; inoltre gli accumuli di frana non sono sottoposti a sistematico costipamento per cui il corpo diga può risultare molto poroso e la filtrazione attraverso l'accumulo, sviluppando e allargando i condotti entro il detrito, può addirittura portare al collasso per erosione interna, *piping*. Se il materiale è molto permeabile, i moti filtranti possono raggiungere e concentrarsi nella parte inferiore del fianco di valle producendo progressivi cedimenti a partire dal piede verso la cresta, determinando lo slittamento progressivo del corpo diga. Quando lo slittamento raggiunge il livello dell'acqua di monte si genera lo svuotamento del lago e l'innescò di una colata detritica.



## 8 Durata di uno sbarramento

I laghi da sbarramento per frana possono avere una durata di pochi minuti come di centinaia di anni. Il tempismo della rottura e l'intensità dell'inondazione conseguente dipendono da vari fattori come:

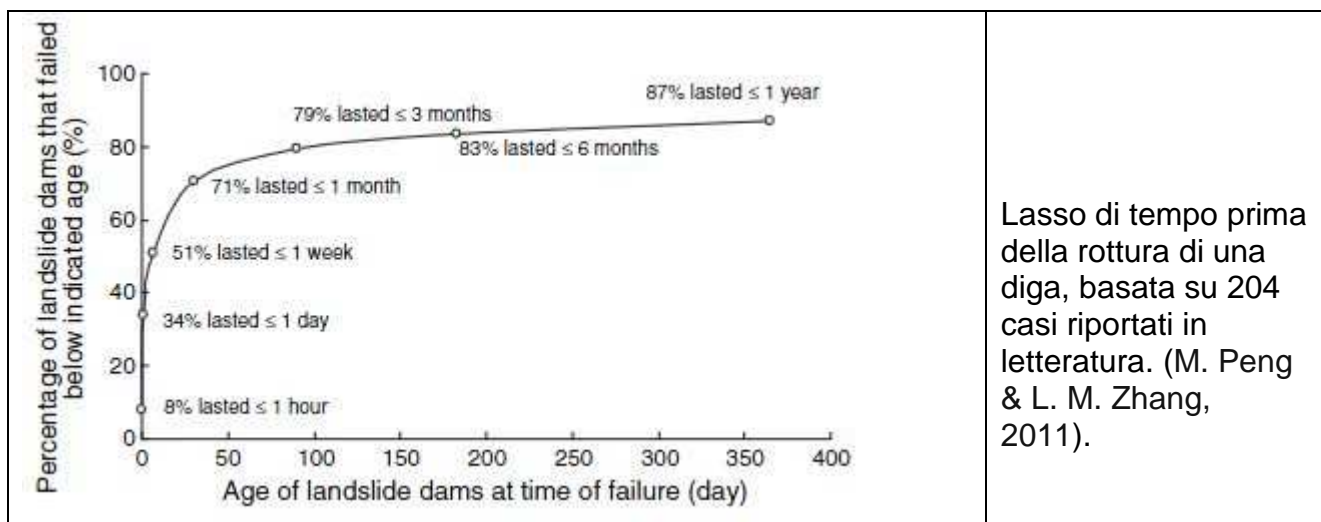
- Volume, dimensioni e forma della diga;
- Portata del corso d'acqua sbarrato;
- Fisiografia della valle;
- Profondità e volume dell'invaso;
- Litologia e tipo di materiale coinvolto (ammasso roccioso o detrito);
- Caratteristiche geotecniche del materiale che costituisce il corpo diga;



- Controllo sui flussi del bedrock;
- Caratteristiche idrogeologiche dell'accumulo in relazione anche a quelle del bedrock sottostante;
- Controlli ingegneristici come sfioratori artificiali, gallerie, trincee pianificate con esplosivo o metodi convenzionali di escavazione;
- Condizioni climatiche.

Molte dighe da sbarramento si rompono poco dopo la formazione. Secondo l'inventario redatto da Costa & Schuster nel 1988 su 73 casi documentati il 27% delle dighe è collassata dopo meno di un giorno; il 41% in una settimana; circa il 50% nell'arco di 10 giorni; l'80% nel giro di 6 mesi e l'85% in un anno dalla formazione.

Qui di seguito è riportato un database più aggiornato di casi presi da tutto il mondo. L'87% dei casi è collassato in meno di un anno, l'83% in meno di 6 mesi, il 71% in meno di un mese, il 51% in meno di una settimana e il 34% in meno di un giorno. Da notare la corrispondenza con le percentuali riportate da Costa & Schuster.



Risulta essenziale effettuare una rapida valutazione della diga e della potenziale inondazione. Bisogna

considerare, tuttavia, che questa percentuale riguarda soltanto le dighe che sono crollate, molte si sono formate e non sono mai crollate.

Non è possibile definire in modo assoluto l'importanza o la prevalenza dei singoli fattori; il campo di indagine scelto presenta contesti geologici e condizioni ambientali molto diversificate. In generale però il fattore più importante, da cui dipende la possibilità stessa che una diga per frana si formi oppure no, è il volume del materiale franato in funzione dell'ampiezza della valle interessata. Chiaramente in valli strette con ripidi versanti è sufficiente un volume di frana relativamente piccolo per operare lo sbarramento completo del corso d'acqua; pertanto anche movimenti di piccole proporzioni possono formare dei laghi da sbarramento. Se poi l'area di drenaggio del bacino è molto ampia lo sbarramento avrà vita breve. La più importante caratteristica che ostacola il crollo di uno sbarramento è la resistenza all'erosione che si innesca al momento della tracimazione. Accumuli costituiti prevalentemente da blocchi di grandi dimensioni si comportano come dighe a gravità e il corrispondente lago può avere



una vita di centinaia di anni. C'è la possibilità che si formi un sistema a step-pool lungo il canale naturale di sfioro che si instaura sullo sbarramento. Questo fa sì che l'energia della corrente, responsabile dell'incisione del canale, venga in gran parte dissipata poiché la rugosità del canale diventa massima (Wang et al. 2004; Maxwell and Papanicolau 2001). In un contesto di questo tipo la rimozione dello sbarramento risulta contro produttiva poiché il mantenimento del corpo di frana agisce come primario controllo sull'incisione del letto del fiume e riduce quindi il potenziale di innesco di una nuova frana. La frana può così trasformarsi in un knickpoint modificando i processi e la morfologia del fiume.

La prevalenza di materiale fine rappresenta invece un fattore negativo ai fini della durata dello sbarramento. La tracimazione ha una maggiore capacità erosiva su materiale detritico di piccola taglia, determinando di fatto lo sfondamento dell'accumulo. La possibilità di collasso dello sbarramento per sifonamento è considerata in letteratura (Costa & Schuster, 1988) invece molto remota. Sempre per il pericolo di sifonamento occorre conoscere anche il tipo di substrato su cui poggia il detrito di frana. Se poggia su potenti coltri alluvionali molto permeabili si possono avere vie di fuga preferenziali per le acque del bacino a monte proprio attraverso questi materiali, creando pericolose sottopressioni. Un altro fattore preso in considerazione è la pendenza dei fianchi dello sbarramento. Essa viene calcolata come rapporto tra l'altezza dello sbarramento e la larghezza a valle (pendenza del fianco a valle) o la larghezza a monte (pendenza del fianco a monte). Questo rapporto è anche espressione della forma dello sbarramento, infatti tanto più questo rapporto è elevato, tanto più l'accumulo sarà sviluppato molto in altezza e avrà una larghezza (dimensione lungo l'asse della valle) relativamente modesta: di conseguenza anche il bacino lacustre a monte avrà un'elevata profondità. Poiché la pressione esercitata dal lago è funzione solo della sua profondità, se i materiali che costituiscono lo sbarramento sono saturi, la resistenza al taglio diminuisce e può accadere che la diga non riesca più a sostenere l'aumento di pressione idrostatica esercitata dalle acque del lago. Occorre anche considerare che valori elevati di inclinazione del fianco a valle favoriscono anche una maggiore capacità erosiva delle acque che tracimano dalla soglia.

Alcuni fattori che maggiormente determinano la stabilità e la durata nel tempo degli sbarramenti per frana (volume, forma, composizione granulometrica, stato di addensamento dei materiali) sono a loro volta influenzati dal tipo di movimento prevalente che contraddistingue il fenomeno franoso.

La maggior parte degli sbarramenti sono causati da valanghe di roccia, queste coinvolgono grandi o grandissimi volumi detritici e, come già accennato, sono caratterizzate da una particolare "mobilità". Il conseguente accumulo detritico risulta distribuito su una più ampia superficie, originando uno sbarramento molto esteso nel senso longitudinale della valle (come nel caso della frana di Antrona) e con spessori più ridotti. La soglia di sfioro sarà a quota più modesta, quindi il lago avrà minori dimensioni: tutto ciò si ripercuote direttamente sull'evoluzione futura dello sbarramento. L'estrema dinamicità del fenomeno determina un'intensa frammentazione della compagine rocciosa dovuta agli urti e all'attrito, per cui la frazione fine risulta molto abbondante. Inoltre molte valanghe di roccia inglobano grandi quantità di ghiaccio e neve, provenienti o direttamente dalla zona di distacco o incorporati durante il passaggio del detrito sopra distese di neve o ghiacciai. Il successivo scioglimento della porzione di ghiaccio e neve può provocare variazioni





dello stato di addensamento del materiale detritico e della sua permeabilità, influenzando la stabilità stessa dell'accumulo. La massa franata conserva più a lungo le sue connessioni interne e risulta meno scompaginata: pertanto l'accumulo può assumere un carattere massivo e quindi più resistente all'erosione. Se il franamento avviene lungo piani di scivolamento planare o rotazionale e il dislivello di caduta è ridotto, difficilmente si trasforma in valanga di roccia. Per questo tipo di frana, particolari condizioni geologiche e tettoniche (ma soprattutto la giacitura a franapoggio) possono favorire, dopo l'evento principale, anche ulteriori scivolamenti lungo la stessa superficie; il nuovo materiale franato si può sovrapporre al precedente.

## **9 Misure fisiche per migliorare la stabilità di uno sbarramento per frana.**

in seguito alla formazione di uno sbarramento il pericolo maggiore è il collasso in breve tempo di questo e il conseguente allagamento del fondovalle. Si deve quindi intervenire di urgenza e conoscere le condizioni che stanno al contorno della diga. Si può agire in diversi modi:

- Mantenendo sotto controllo il livello dell'invaso
- Stabilizzando lo sbarramento
- Eliminando lo sbarramento

Per quanto riguarda il mantenimento dell'invaso la più comune misura adottata è la costruzione di canali scolmatori artificiali addossati al bedrock affiorante o costruiti direttamente sull'accumulo. I canali costruiti direttamente sullo sbarramento non riescono sempre ad evitare la rottura della diga e la conseguente inondazione della valle perché spesso vengono erosi rapidamente dal flusso d'acqua che comincia a fuoriuscire. Si può agire riducendo la portata degli immissari del lago tramite derivazione di parte delle loro acque che vengono utilizzate per altri scopi. Si possono adottare sistemi di pompaggio per portare il livello del lago entro limiti accettabili, è una soluzione temporanea usata come metodo di primo intervento o in condizioni di emergenza. Si possono scavare gallerie nel corpo di frana o nel bedrock che devino le grandi quantità di acqua presenti nel lago.

La stabilizzazione dello sbarramento avviene tramite l'utilizzo delle più comuni tecniche ingegneristiche di stabilizzazione dei pendii.

Uno sbarramento stabilizzato che diventa quindi permanente, può diventare una risorsa positiva per il territorio. Può essere sfruttato come fonte di energia idroelettrica, a fini ricreativi come lago di pesca sportiva oppure può diventare un sito di pregio paesaggistico e ambientale.

In alcuni casi invece risulta necessario intervenire per l'abbattimento dello sbarramento, a questo scopo viene utilizzato esplosivo per rimuovere parte del corpo di frana e permettere così all'acqua di defluire nuovamente.





## 10 Utilizzo dei dati satellitari per la previsione e il monitoraggio di sbarramenti per frana

L'acquisizione di informazioni basate sul telerilevamento satellitare è diventata parte integrante di molti studi di stabilità di pendio in numerose parti del mondo. Con la recente disponibilità di nuovi sensori ad alta definizione questi dati hanno cominciato a rimpiazzare il tradizionale uso di foto aeree le quali in certe zone sono difficili da ottenere. Al contrario i dati satellitari sono raccolti in archivi centralizzati per facilitarne la distribuzione da parte dei proprietari del sistema a chi ne fosse interessato. L'uso di questi dati ha permesso di sviluppare numerosi metodi e applicazioni per analizzare i movimenti di massa. I risultati hanno dimostrato che i dati acquisiti dal telerilevamento satellitare permettono l'identificazione e il monitoraggio dei movimenti delle masse di roccia così come la caratterizzazione dei fattori predisponenti.

I dati telerilevati possono essere utilizzati anche nello studio dei fenomeni di sbarramento da frana poiché grazie all'elaborazione di questi si possono svolgere analisi volte a:

- identificare le zone in cui potenzialmente potrebbero formarsi sbarramenti come ad esempio valli strette con versanti scoscesi;
- ricavare i geomorfologici (come altezza dell'invaso, volumi di materiale coinvolto, grandezza dell'invaso, bacino di drenaggio del lago ecc.) utili per effettuare analisi di stabilità dello sbarramento;
- monitoraggio del corpo di frana che ha generato lo sbarramento;
- monitoraggio dell'area circostante dalla quale potrebbero distaccarsi nuovi volumi di roccia che possano interferire con l'evento precedente.

I risultati migliori si ottengono usando dati multispettrali con bande non solo nel campo del visibile, ma anche nel campo delle onde corte infrarosse che contengono importanti caratteristiche spettrali per identificare le condizioni litologiche. La risoluzione spettrale e temporale sono i fattori limitanti all'uso dei dati provenienti dal telerilevamento satellitare.

In caso di cielo coperto non è possibile utilizzare immagini satellitari, si ricorre quindi a dati provenienti da sensori radar. Per laghi da sbarramento formati in seguito a tempeste o a scioglimento delle nevi deve essere effettuato un monitoraggio satellitare avanzato basato sulle previsioni di questi fattori innescanti nelle aree a rischio, tutto questo per individuare in tempo i laghi da sbarramento.

Questi fattori limitanti rendono comunque indispensabile un accurato rilevamento sul campo.



## 11 Bibliografia

- Abele G. (1974) - Bergsturze in den Alpen. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, n. 25, 230 pp.
- Adams J. (1981) - Earthquake- damned lakes in New Zeland. *Geology*, 9,215-219.
- Aitkenhead N. (1960) - Observations on the drainage of a glacier-damned lake in Norway. *Journal of Glaciology*, 3, 607-609.
- Albanesi S. & Paoletta G. (1988) - Una grande opera di ingegneria realizzata dalla Società Condotte durante l'emergenza Valtellina per lo svuotamento del Lago di S.Antonio. *Idrotecnica*, 1, 37 -47.
- ANIDEL (Associazione Nazionale Imprese Distributrici di Energia Elettrica) (1953) - Le dighe di ritenuta degli impianti idroelettrici italiani: Milano, 7 volumi.
- Anselmo V. (1979) - Il nubifragio del 7 agosto 1978 nel bacino del Toce. *Boll. Ass. Min. Subalpina*, XVI (2), 283-300.
- Anselmo V. (1980) - Three case studies of storm- and debris-flow in North Western Italy (Piemonte). C.N.R. Progetto finalizzato "Conservazione del Suolo", Sottoprogetto "Dinamica Fluviale", pubbl. n. 82.
- Anselmo V. (1985) - Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua subalpini. *Atti e rassegna tecnica Società Ingegneria ed Architetti in Torino*, nuova serie, 39 (10-12), 245-275.
- Anselmo V., Gatto G., Tropeano D. & Villi V. (1984) - L'evento alluvionale Del 21-23 maggio 1983 in Val Venosta (Alto Adige). *Atti del Seminario "Idraulica del territorio montano"*, 8-13 ottobre, Bressanone, 101108 pp.
- Arpa,2009: SIFRaP, Sistema Informativo Frane in Piemonte, Guida Alla Lettura Della Scheda Frane.
- ASC (Corps Suisse pour l'Aide en Case de Catastrophes) (1987) - Rapporto sulla missione ASC in Valtellina (14-17 settembre 1987). Berna, 57 pp.
- Aulitzky H. (1989) –The debris flows of Austria . *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 40,5-13.
- Barbieri G., De Zanche V., Di Lallo E., Mietto P., Sabatini V.D. & Sedeo R. (1979) – Segnalazione di paleo frane nell'area di Recoaro. *Studi Trent. Se. Nat. .* 56. 27-37.
- Baselli G. (1923) - La catastrofe di Chiusa all'Isarco e le opere di riparazione e di prevenzione eseguite. *Giornale del Genio Civile*, 61, 619634.
- Battisti C. (1898) - Il Trentino: saggio di geografia fisica (laghi e paludi). Trento, 129 pp.
- Baumer A. (1988) - Three rock slides in the Southern Swiss Alps. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides*, Lausanne 1988, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 2, 1307-1311.
- Bazetta G. (1880) - La Valle Antrona e la formazione del Lago di Antrona piana. Domodossola, Tip. Porta, 24 pp.
- Bénévent E. & Maury E. (1927) - Les grandes pluies de l'automne 1926 et la catastrophe de Roquebilliere (Alpes Maritimes). *Révue de Geo-graphie Alpine*, 15.151-157.
- Bertamini T. (1975) – Storia delle alluvioni nell'Ossola. *Oscellana*, 3, 145163,4,201-223.
- Bertrand L. (1927) - Sur les causes géologiques des recents éboulements de la vallée moyenne de la Vésubie, dans les Alpes Maritimes. *Bull. Soc. Géol. de France*, ser. 4, 27, 35-42.
- Biancotti A. (1982) - Ricerche di geografia fisica nel bacino del Fiume Varaita (Alpi Cozie, Piemonte). C.N.R., Centro Studi sui Problemi dell'Orogeno delle Alpi Occidentali, Progetto finalizzato "Conservazione del suolo", Sottoprogetto "Dinamica dei versanti", pubbl. n. 138, 73 pp.
- Biancotti A. & Franceschetti B. (1979) - Analisi geomorfologica dell' alta Val Grana (Alpi Cozie). C.N.R. Progetto finalizzato "Conservazione del suolo", Sottopr. "Dinamica dei versanti", pubbl. n. 16, 24 pp.
- Biondi E., Pedrotti F. & Tomasi G. (1976) – La foresta morta del lago di Tenno (Trento). *Giorn. Bot. It.*, 110, (6), 445 pp.
- Biondi E., Pedrotti F. & Tomasi G. (1981) - Relitti di antiche foreste sul fondo di alcuni laghi del Trentino. *Studi Trent. Se. Nat., Acta Biologica*. 58, 93-117.
- Blane A., Durville J.L., Follacci J.P., Gaudin B. & Pincet B. (1987) Méthodes de surveillance de terrain de très grande ampleur: La Clapière, Alpes Maritimes, France. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 35, 37-46.
- Blown I.G. & Church M. (1985) - Catastrophic lake drainage within the Homathko river basin, British Columbia. *Canadian Geotechnical Journal*,22 (4), 551-563.



- Bonzanigo L. (1988) - Etude des mécanismes d'un grand glissement en terrain cristallin: Campo Vallemaggia. Proc. V Intern. Symp. On Landslides, Lausanne 1988, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 2, 1313-1316.
- Botta G. (1987) - Valtellina 1987. Boll. Soco Geogr. U., Serie XI, IV, 493507.
- Bradley W.C., Fahnestock R.K. & Rowekamp E.T. (1972) - Coarse sediment transport by flood flows on Knik River, Alaska. Geol. Soc. Am. Bull., 83, 1261-1284.
- Brentani L. (1963) - Antichi maestri d' arte e di scuola delle terre ticinesi: notizie e documenti. 7, Lugano.
- Breth H. (1967) - The dynamics of a landslide produced by filling a reservoir. 9th Int. Congress on Large Dams, Istanbul, Proceedings 37-45.
- Broilli L. (1967) - New knowledge on the geomorphology of the Vajont slide slip surface. Rock Mechanises and Engineering Geology, 5, 38-88.
- Brugner W. & Valdinucci A. (1972) - Schema di classificazione delle frane e relativi esempi. Boll. Servo Geol. It., XCIII, 73-154.
- Brunsdon D. & Prior D.B. (1984) - Slope instability. John Wiley & Sons, 620 pp.
- Bruschin J., Bauer P., Delley P. & Trueco G. (1982) - The overtopping of Palagnedra dam. Water and Power, 34 (1), 13-19.
- Burgisser H.M., Gansser A. & PikaJ. (1982) - Late glacial lake sediments of the Indus Valley area, north werstern Himalayas. Eclogae Geol. Helv., 75/1, 51-63.
- Burri M. & Grumer E. (1976) -Phénomènes d'instabilité dans les Vallées des Drances (Valais). Eclogae Geol. Helv., 69 (1), 75-83.
- Buss E. & Heim A. (1881) - Der Bergsturz von Elm Wurster, Zürich, 153 pp.
- Butler D.R., Malanson G.P. & Oelfke J.G. (1991) - Potential catastrophic flooding from landslide-dammed lakes, Glacier National Park, Montana, USA. Z. Geomorph. N.F., Suppl. -Bd.83, Berlin-Stuttgart, 195-209.
- Caine N. (1980) - The rainfall intensity, duration control of shallow landslides and debrisflows. Geografiska Annaler, 62A. 23-27.
- Cancelli A., Mancuso M. & Notarpietro A. (1990) - A short description of the 1987 ValPola rockslide in Valtellina. ALPS '90, Ricerca Scientifica ed educazione permanente, suppl. 79a, 15-22.
- Canuti P., Focardi P. & Garzonio C. (1985) - Correlation between rainfall and landslides. Int. Ass. Eng. Geol. Bull., 32, 49-54.
- Capello C.F. (1977) -Le frane rocciose di Antronapiana (Val d'Ossola). Riv. Geogr. It., LXXXIV (4), 464-471.
- Carabelli E., Migani M. & Moia F. (1988) - Il monitoraggio "on line" delle fratture e dei franamenti del ciglio della frana di ValPola. Il Ciclo di conferenze di Meccanica ed Ingegneria delle rocce, Politecnico di Torino, fasc. 6.
- Carlioni G.C. & Mazzanti R. (1964a) - Rilevamento geologico della frana del Vajont. Giornale di Geologia, serie 2°, 32 (1), 105-138.
- Carlioni G.C. & Mazzanti R. (1964b) - Aspetti geomorfologici della frana del Vajont. Riv. Geogr. It., LXXI (3). 201-231.
- Carrara A., D'Elia B. & Semenza E. (1985) - Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi Geol. Appl. e Idrogeol., XX, 223-243.
- Carrara A., Catalano E., Dramis F., Panizza M. & Prestininzi A. (1987) - Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti. Boll. Soc. Geol. It., 106, 199-221.
- Carraro F. Dramis F. & Pieruccini U. (1979) - Large scale landslides connected with neotectonic activity in the alpine and Apennine ranges. "Proc. 15th Pleno Meet. Comm. Geomorph. Surv. Mapp.", Modena, 7-15 settembre 1979, 213-230 pp.
- Carraro F. & Ferrarino G. (1982) - Tentativi di realizzazione di un nuovo tipo di carte morfologiche: le carte morfostratigrafiche. Boll. Ass. It. Cartografia n. 54-55, 209-217, Napoli.
- Carraro F. & Forno M.G. (1981) - Segnalazione di una "paleofrana" in Val Chisone presso Fenestrelle (Torino). Geogr. Fís. Din. Quat., 4 (1), 48-54.
- Casal E. (1898) - La caduta del Monte Spiz nel 1771. Rivista Mensile del Club Alpino Italiano, 17(6). 212-215.



- Castiglioni G.B. (1955) - Un'antica frana in Val Formazza. Riv. Geogr. It., LXII (3), 227-231.
- Castiglioni G.B. & Gatto G.O. (1969) - Formazioni quaternarie in: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio 1 Passo del Brennero e Foglio 4A Bressanone. Servizio Geologico d'Italia, 18-25.
- Catullo A. (1814) - Sopra le rovine ch'ebbero luogo nel Comune di Borca nel Cadorino. Belluno, 15 pp.
- Cavallin A. & Martinis B. (1974) - Studio geologico della grande frana di Borta (Ampezzo). "In Alto", LVIII (XCII-XCIII), 297-319, Arti Grafiche Friulane, Udine.
- Ceffa L. & Michelotto F. (1987) - Considerazioni di dinamica fluviale sull'evento Valtellina. Acqua e Aria, Arti Poligrafiche Europee, A. Ghiorzo ed., Milano, 8, 919-925.
- Cencetti C. Fredduzzi A., Marchesini I., Sghetta M., 2006: Definizione di scenari e analisi delle condizioni di rischio geologico-idraulico da una possibile occlusione frana
- Ciabatti M. (1964) - La dinamica della frana del Vajont. Giornale di Geologia, serie 2°32 (1), 139-160.
- Clague J.J. & Mathews W.H. (1973) - The magnitude of jokulhlaups. Journal of Glaciology, 12, 501-504.
- Clague J.J., Evans S.G. & Blown I.G. (1985) - A debrisflow triggered by the breaching of a moraine-dammed lake, Klattasine Creek, British Columbia. Canadian Journal of Earth Sciences, 22, 1492-1502.
- Clarke G.K.C. (1982) - Glacier outburst floods from Hazard Lake, Yukon Territory, and the problem of flood magnitude prediction: Journal of Glaciology, 28, 3-21.
- Clarke G.K.C. & Waldron D.A. (1984) - Simulation of the August 1979 sudden discharge of glacier-dammed flood lake, British Columbia. Canadian Journal of Earth Sciences, 21, 502-504.
- Code J.A. & Sirhindi S. (1986) - Engineering implications of impoundment of the Indus River by an earthquake-induced landslide. In Schuster R.L. (1986): Landslide Dam: processes, risk and mitigation. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3, 97110.
- Colantoni P. & Cremonini G. (1971) - Formazioni del quaternario in: Note illustrative della Carta Geologica d'Italia Fogli 4c-13 Monte Cavallin - Ampezzo. Servizio Geologico d'Italia, 79-82.
- Colombetti A., Moratti L. & Tosatti G. (1989) - Una frana di scivolamento con formazione di un lago di sbarramento: Il caso di Cerredolo (Appennino reggiano). Le Strade, anno XCI, 1257, 471-482.
- Colombo A. (1967) - Piuro sepolta. Gastoldi editore, Milano, 102 pp.
- Colombo A., Cavallo A., 2007: Schema geologico - strutturale dell'area Val D'Ossola - Sempione, note illustrative.
- Colombo P., Colleselli F., 2006: Elementi di geotecnica, seconda edizione.
- Corona E. (1973) - I tronchi sommersi del lago di Tovel. Esperienze e Ricerche, 4, 333-343.
- Costa J.E. (1985) - Floods from dam failure. U.S. Geological Survey Open-file Report 85-560, 54 pp.
- Costa J.E. & Schuster R.L. (1988) - The formation and failure of natural dams. Geol. Soc. Am. Bull., 100 (6). 1054-1068.
- Costa J. & Schuster R. L. 1991: Documented Historical Landslide Dams from Around the World, U.S. Geological Survey Open File Report 91-239, 486p.
- Cotecchia V. (1978) - Evoluzione dei versanti franosi e loro controllo. Mem. Soc. Geol. It., 19, 29-51.
- Cotecchia V., Travaglini G. & Melidoro G. (1969) - I movimenti franosi e gli sconvolgimenti della rete idrografica prodotta in Calabria dal terremoto del 1783. Geol. Appl. e Idrogeol., IV, 1-24.
- Craveri M. (1914) - Note geologiche sulla Val Antrona e sul Lago di Antronapiana nell'Ossola. Boll. SocoGeol. It., 33, 129-143.
- Crosta G. (1990) - A study of slope movements caused by heavy rainfall in Valtellina (Italy, July 1987). ALPS90, Alpine Landslide Practical Seminar, 6th International Conference and Field Workshop on Landslides, Milano, 31 agosto - 12 settembre, Conference Proceedings, 247-258 pp.
- Cruden D.M. & Krahn J. (1978) - Frank rockslide, Alberta, Canada. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 97-112.
- Cui P., Zhu Y.Y., Han Y.-s., Chen X.-q., Zhuang J.-q., 2009: The 12 May Wenchuan earthquake-induced landslide lakes: distribution and preliminary risk evaluation in Landslides Volume 6, n.3, p.209-223.
- Curry B.B. & Melhorn W.N. (1990) - Summit Lake landslide and geomorphic history of Summit Lake basin, northwestern Nevada. Geo-morphology, 4 (1), 1-17.
- Dal Piaz G.B. (1936) - Su alcuni casi di scoscendimento ad uncino osservati in Val Aurina e in Val di Vizze (Alto Adige). St. Trent. Sc. Nat., XVII (1), 1-16.



- Davies T.R.H. (1982) - Spreading of rock avalanche debris by mechanical fluidization. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 15,9-24.
- Decima A. & Cimpellin P. (1982) - Il Lago di Agordo: leggenda e realtà. *Le Dolomiti Bellunesi*, anno IV, 7,38-50.
- Degraff J.V. (1990) - Landslide dams from the November 1988 storm event in southern Thailand. *Landslide New*, 4, 12-15, Japan Landslide Society.
- Deng X.F. & Ding Y.J. (1990) - Landslide dam and Tianchi Lake near Urumqi, Sinkiang Province, China. *Landslide New*, 4, 23-25, Japan Landslide Society.
- De Vecchi G.P. & Baggìo P. (1982) - The Pennine zone of the Vizze Region in the western Tauern window (italian eastern Alps). *Boll. Soc. Geol. It.*, 101 (1), 89-116.
- De Vecchi G.P., Sedeo R. & Di Lallo E. (1986) - Note illustrative della carta geologica dell'area di Valli del Pasubio. Posina- Laghi alla scala 1:20000 - *Mem. Sc. Geol. Univ. Padova*, 38, 187-205.
- Dramis F. (1984) - Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle deformazioni gravitative profonde. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103,681 -687.
- Dramis F., Maifredi P. & Sorriso Valvo M. (1985) - Deformazioni gravitative profonde di versante. Aspetti geomorfologici e loro diffusione in Italia. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, XX ( II). 377-390.
- Dupree H.K., Taucher G.J. & Voight B. (1979) - Bighorn reservoir slide, Montana, U.S.A.. In "Rockslides and Avalanches", 2, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 247-267.
- Eisbacher G.H. (1979) - Cliff collapse and rock avalanches (sturzstroms) in the Mackenzie Mountains, northwestern Canada. *Canadian Geotechnical Journal*, 16,309-334.
- Eisbacher G.H. (1982) - Slope stability and land use in mountain valleys. *Geoscience Canada*, 9, 14-27.
- Eisbacher G.H. & Clague J.J. (1984) - Destructive mass movements in high mountains: hazard and management. *Geological Survey of Canada, Paper 84-16*,230 pp.
- Emerson F.B. (1925) - 180-ft dam formed by landslide in Gros Ventre Canyon. *Engineering News Record*, 95 (12), 467-468.
- End G. (1922) - Biasca und Val Pontirone. *Jahrbuch der Schweizer Alpenclub*, 75, 58-187.
- Erismann T. (1979) - Mechanism of large landslides. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 12, 15-46.
- ERMINI L., CASAGLI N. & FARINA P., 2006: Landslide dams: analysis of case histories and new perspectives from the application of remote sensing monitoring techniques to hazard and risk assessment, in *Italian Journal of Engineering Geology and Environment, Special Issue 1*, p. 45-52.
- Ermini L. Casagli N., 2003: Prediction of the Behaviour of Dams Using a Geomorphological Dimensionless Index[J]. *EarthSurface Processes and Landforms*, 28 p. 31-47
- Errera C. (1893) - Il Lago di Antrona. *Boll. Club Alpino Ital.*, anno 27, n.60; ristampato in: C. Errera, *Scritti geografici scelti ed ordinati dal CNR*, Bologna, Zanichelli, 1937, 3-14.
- Evans S.G. (1986) - Landslide damming in the Cordillera of western Canada. in Schuster R.L. (1986): *Landslide Dam: processes, risk and mitigation - Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication n.3*, 111-130.
- Evans S.G. & Clague J.J. (1988) - Catastrophic rock avalanches in glacial environments. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides. Lausanne 1988*, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 2, 1153-1158.
- Ferranti F. (1814) - Sulla frana di Sernio in Valtellina che generò nel1807 un nuovo lago e sui mezzi praticati per scemarne le dannose conseguenze. *Ostinelli C. Tipografo Dipartimentale*, 55 pp.
- Ferrari M. (1958) - Il Lago di Tenno. *Natura Alpina*, 79-95.
- Ferrari P. & Betta F. (1988) - Loppio: come recuperare U lago. *Natura Alpina*, 3-4, 35-50.
- Ferrarino G. (1979) - Analisi dell'origine ed evoluzione del bacto lacustre di Chatillon. *Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Università di Torino*, Inedita.
- Follacci J.P., Guardia P. & Ivaldi J.P. (1988) - Le Glissement de la Clapière dans un cadre géodynamique. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides. Lausanne 1988*, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 2,1323-1327.





- Forcella F. (1983) - Un eccezionale esempio di tettonica gravitativa di versante: Il sackung sviluppato tra il M.te Padrio ed il M.te Varadega, Alpi Centrali, Italia. Riv. Museo SC. Nat. Bergamo, 5, 11-23.
- Forcella F. (1984) - Brevi note sulla tettonica gravitativa di versante nelle Alpi Centrali. Boll. Soc. Geol. It., 103, 689-696.
- Forcella F., Gallazzi D., Montrasio D. & Notarpietro A. (1982) – Note illustrative relative all'evoluzione neotettonica dei fogli 6. Passo Spluga, 7 - Pizzo Bemina, 8 - Bormio, 17 - Chiavenna, 18 - Sondrio, 19 - Tirano. CNR. Progetto Finalizzato Neotettonica, Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 513, 239-288.
- Forcella F. & Orombelli G. (1985) - Holocene slope deformations in Valfurva, Central alps, Italy. Geogr. Fis. Din. Quat., 7 (2), 41-48.
- Forno M.G. (1989) - Osservazioni su alcune frane oloceniche di grandi dimensioni nel settore alpino occidentale. Boll. Soc. Geol. It., 108 (3), 409-418.
- Forno M.G. & Massanza G. (1983) - Segnalazione di un gruppo di paleo frane nel tratto della Valle d'Ayas compreso tra gli abitati di Lignod ed Extrepiera. Geogr. Fis. Din. Quat., 6 (2), 137-147.
- Forno M.G. & Massanza G. (1987) – Movimenti gravitativi diffusi e ripetuti nel versante sinistro della Val Cenischia e loro relazione con il sistema di fratture Cenischia-Nizza. Geogr. Fis. Din. Quat., 10 (2), 277-306.
- Fossati D. & Mannucci G. (1989) - L'alluvione del 1987 in Valtellina e l'evento franoso della Val Pola. Documenti del Territorio, 14, 37-44.
- Francani (1969) - I movimenti franosi della Val Tartano. Geol. Tecnica, 3, 73-82.
- Francani (1969) - I movimenti franosi della Val Malenco. Geol. Tecnica, 6, 219-233.
- Franceschetti B. (1962) - La degradazione accelerata nei bacini montani del Fiume Astico e dei torrenti Lavarda e Longhella (vicenza). C.N.R. Centro di Studio per la Geografia Fisica: L'erosione del suolo in Italia, 1, 129 pp.
- Fratini F. (1883a) - Lo svuotamento del Lago Nuovo di Caoria. IV Annuario Soc. Alpin. Trent., Rovereto, 1882-1883, 225-234.
- Fratini F. (1883b) - Sull'origine e lo svuotamento del lago Nuovo in relazione col disastro di Agagna. Strenna feltrina, Feltre, Castoldi.
- Fratini F. (1885) - Le valli di Primiero e di Canal S.Bovo. XI Annuario Soc. Alpin. Trent., Rovereto, 69 pp.
- Friz C., Silvano S., Carampin R. & Dall'Aequa R. (1986) - Studio preliminare sulla correlazione tra precipitazioni e dissesti idrogeologici nel bacino del torrente Cordevole (Belluno). Mem. Se. Geol. Univ. Padova, 38, 353-364.
- Friz E. & Pinelli P.F. (1990) - Ricerche sull'area di invasione di valanghe di roccia. Atti Convegno Fenomeni franosi 23-25 maggio 1990 Riva del Garda (TN).
- Fuganti A. (1969) - Studio geologico di sei grandi frane di roccia nella regione Trentino Alto-Adige. Mem. Museo Trident. Sc. Nat., anno XXXI-XXXII, XVII (3), 63-128.
- Fuganti A. (1973) - Geological and geomechanical features of the large quaternary rock landslides of Trentino. Geol. Appl. e Idrogeol., VIII (1), 317-322.
- Fuganti A. (1976) - Situazione geologica, controllo sismologico e modello matematico della frana di Brustolè (Vicenza). Geol. Tecnica, 1, 1-16.
- Fujita H. (1977) - Influence of water level fluctuations in a reservoir on slope stability. Int. Ass. Eng. Geol. Bull., 16, 170-173.
- Fujita M., Miehine M. & Ashida K. (1991) - Simulation of reservoir sedimentation in mountain regions. In: Armanini A. & Di Silvio G. (eds.) - Fluvial hydraulics of mountain regions. Lecture Notes in Earth Sciences, Springer-Verlag, 37, 209-222.
- Furrer E. (1962) - Der bergsturz von Bormio. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zurich, Jahrg 107(H 4) 233-242.
- Gallino G.L. & Pierson T.C. (1985) - Polallie Creek debrisflow and subsequent dam-break flood of 1980, East Fork Hood River basin; Oregon. U.S. Geological Survey, Water Supply Paper 2273, 22 pp.
- Gardner J. S. & Kershaw P. (1977) - Distribution and frequency of alpine rackfalls. Great Plains, Rocky Mountain Geogr. Journal, 6, 228-238.



- Gardner J .S. (1980) - Frequency, magnitude, and spatial distribution of mountain rock falls and rockslides in the Highwood Pass area, Alberta, Canada. *Thresholds in Geomorphology*. ed. D.R. Coates and J .D. Vitek, London, 269-295.
- Gasiev E. (1984) - Study of the Usoy landslide in Pamir. *Proc. of IVth International Symposium on Landslides*, September 16-21, Toronto, 1, 511-515.
- Gatto G.O. (1971) - Formazioni quaternarie in: *Note illustrative della Carta geologica d'Italia Foglio 4 Merano*. Servizio Geologico d'Italia, 120-125.
- Gatto G., Villi V. & Caleffa G. (1984) – *Aspetti fisiografici - pluviometrici e processi erosivi in alveo del bacino del Cordevole (Belluno)(Studio preliminare)*. *St. Trent. SC. Nat., Acta Geologica*, 61, 143-190.
- Gentilli G.(1973) - L'elemento climatico nelle calamita naturali. *Atti XXI Congr. Geogr. It., Verbania 13-18 settembre 1971, "Le calamita naturali nelle Alpi"*, n (1), 127-133.
- Giambastiani M. (1983) - Valutazione geomorfologica del rischio di frana, di valanga e di piena da rotta glaciale in un'area alpina (Courmayeur, Valle d'Aosta). *Geologia Tecnica*, 30, 5-16.
- Giani G. & Mancini R. (1990) – Some consideration about the debrisflow phenomena. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides, Lausanne 1988*, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 3, 413.
- Gilbert R (1971) - Observation on ice-dammed Summit Lake, British Columbia, Canada. *Journal of Glaciology*, 10, 351-356.
- Girardi A., Zanferrari A., Dall'Arche L. & Toniello V. (1981) – Paleofrane nella Bassa Valle dell'Arzino. *Mem. Sc. Geol. Univ. Padova*, XXXIV, 313-323.
- Giraud V. (1985) – Ricostruzione dell'evoluzione quaternaria dell'alta val Chisone. *Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Università di Torino, Inedita*.
- Giraud A., Rochet L. & Antoine P. (1990) – Processes of slope failure in crystallophillian formations. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 29, 241-253.
- Glazyrin G.Y. & Reyzvikh V.N. (1968) - Computation of the flow hydrograph for the breach of landslide lakes. *Soviet Hydrology, Selected Papers*, 5, 492-496.
- Goguel J. (1969) - Le role de l' eau et de la chaleur dans les phénomènes tectoniques. *Rév. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, 11 (2), 153-163.
- Goguel J. (1978) - Scale-dependent rockslide mechanism, with emphasis on the role of pore fluid vaporization. In *"Rockslides and Avalanches"*, Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 1 (B), 693-705.
- Gortani M. (1907) - *Appunti geologici sull'alta valle del Tagliamento*. Estratto dagli *Atti del Congresso dei Naturalisti Italiani*, Milano 1519 settembre 1906, 8 pp.
- Govi M. (1981) - Valutazione del rischio connesso ad eventi idrologici nella Regione Piemontese. *Urbanistica*, 72-73, 51-56.
- Govi M. (1984) - The instability processes induced by meteorological events. An approach for hazard evaluation in the Piedmont Region. *Proc. Meet. CNR-PAN "Progress in Mass Movement and Sediment Transport Studies"*, Torino 5-7 dicembre 1984, 11-19 pp.
- Govi M. (1985) - Eventi idrologici e frane. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, XX (11), 359-375.
- Govi M. (1988a) – Processi d'instabilità naturale: tipologie, distribuzione, frequenza e pericolosità. *Il 2 Ciclo di conferenze di Meccanica ed Ingegneria delle rocce*, Politecnico di Torino, 1, 1-10.
- Govi M. (1988b) - Hoch Wasser und Bergsturze in Valtlin im Juli 1987. *Osterr. Wasser Wirtschaft*, 40, (5-6), 149-152.
- Govi M. (1989) - The 1987 landslide on Mount Zandila in the Valtellina, northern Italy. *Landslides New*, 3, 1-3.
- Govi M. (1990a) - *Mouvements de masse récents et anciens dans les alpes Italiennes*. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides, Lausanne 1988*, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 3, 1509-1514.
- Govi M. (1990b) - I processi d'instabilità naturale nella Regione Piemonte. in: *Regione Piemonte & CNR-IRPI Torino: Banca dati geologica - a cura del Settore Prevenzione del Rischio geologico, meteorologico e sismico*. CSI, Settore Territorio, Piemonte, 17-34.
- Govi M., Mortara G., Sorzana P.F. & Tropeano D. (1979) - Sintesi dei dissesti idrogeologici avvenuti tra il 1972 e il 1974 nell'Italia Settentrionale. *Boll. Ass. Min. Sub alpina*, anno 16, 2, 420-452.





- Govi M. & Sorzana P.F. (1980) - Landslide susceptibility as a function of critical rainfall amount in Piedmont basin (North-Western Italy). *Studia Geomorphologica Carpatho- Balcanica*, Cracovia, XIV, 43-61.
- Govi M., Sorzana P.F. & Tropeano D. (1982) - Landslide mapping as evidence of extreme regional events. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, Cracovia, XV, 81.
- Govi M., Mortara G. & Sorzana P.F. (1984) - Les phénomènes catastrophiques d'origine exogene. 25<sup>e</sup> Congrès International de Géographie, Paris-Alpes, 31-39.
- Grasso F. (1967) - Osservazioni geologico - tecniche sulle gallerie della autostrada Quincinetto - Aosta. *Boll. Ass. Min. Subalpina*, anno IV, 3,322-361.
- Grasso F. (1968) - La frana del Monte Avi (Valle d'Aosta). *Boll. Soc. Geol. It.*, 87, 109-131.
- Grasso F. (1969) - Osservazioni geologico-tecniche sulle gallerie dell' autostrada Quincinetto-Aosta. *Atti 1° Conv. Int. sui Problemi Tecnici nella Costruzione di Gallerie*, Torino 26-27-28 settembre 1969, Sessione 1, Comunicazione 6, 163-190.
- Grippa L., Milani A. & Padovan N. (1987) - Esempio di cartografia geologico - tecnica in alta Valtellina. *Geol. Tecnica*, (3). 34-48.
- Grove J.M. (1972) - The incidence of landslides, avalanches and floods in western Norway during the Little Ice Age. *Artic Alpine Res.*, 4, 131-138.
- Habib P. (1967) - Sur un mode de glissement des massifs rocheux. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 264, 151-153.
- Habib P. (1975) - Production of gaseous pore pressure during rockslides. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 7, 193-197.
- Habib P. (1990) - A propos de la vitesse terminale du glissement du Vajont. *Proc. V Intern. Symp. on Landslides*, Lausanne 1988, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 3, 1415.
- Hadley J.B. (1964) - Landslides and related phenomena accompanying the Hebgen Lake earthquake of August 17, 1959. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, n. 435K, 107-138.
- Hadley J.B. (1978) - Madison Canyon rockslide, Montana, U.S.A.. In "Rockslides and Avalanches", ed. B. Voight. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1, 167-180.
- Haeberli W. (1983) - Frequency and characteristic of glacier floods in the Swiss Alps. *Annals of Glaciology*, 4, 85-90.
- Haeberli W. & Epifani F. (1986) - Mapping the distribution of buried glacier ice: an example from Lago delle Lacce, Monte Rosa, Italian Alps. *Annals of Glaciology*, 8, 78-81.
- Hansen D.C. & Morgan R.L. (1986) - Control of Thistle Lake, Utah. In Schuster R.L. (1986): *Landslide Dam: processes, risk and mitigation*. *Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication* n.5, 84-96.
- Harp E.L., Wilson R.C. & Wieczorek G.F. (1981) - Landslides from the February 4, 1976, Guatemala earthquake. *U.S. Geological Survey Professional Paper* n. 1204A, 35.
- Harrison J.V. & Falcon N.L. (1938) - An ancient landslide at Saidmarreh in southwestern Iran. *Journal of Geology*, n. 46, 296-309.
- Hendron A.J.Jr & Patton F.D. (1985) - The Vajont slide, a geotechnical analysis based on new geologic observations of the failure surface. *U.S. Army Corps of Engineers, Technical Report GL-85-5*, 1,104 pp., 2,48.
- Hewitt K. (1982) - Natural dams and outburst floods of the Karakoram Himalaya. in Glen J.W.: *Hydrological Aspects of Alpine and High Mountain Areas: Proc. Of the Exeter Symposium IAHS, International Association of Hydrological Sciences*, 19-30 July 1982, 138, 259- 269.
- Hsü K.J. (1978) - Albert Heim; observations on landslides and relevance to modern interpretations. In "Rockslides and Avalanches" Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 1, ed. B., 71-93.
- Korup O., 2002: *Recent research on landslide dams a literature review with special attention to New Zealand*, in *Progress in Physical Geography* 26,2 pp. 206-235.
- IAEG. International Ass. of Engineering Geology (1981) - Mapping Geological Hazard. *Bull. Eng. Geol.*, 23, 144 pp.
- IAEG, International Ass. of Engineering Geology Commission on Landslide (1990) - Proposition d'une méthode pour la description des glissement de terrain. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 41, 13-16.
- Ikeya H. (1989) - Debrisflow and its countermeasures in-Japan. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 40, 15-33.



- Imrie A.S. & Patton F.D. (1977) - Dams and associated landslides. Association of Engineering Geologist, 1977 National Meeting, Guidebook to Field Trips, Seattle, 133 pp.
- International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1990) - A suggested method for reporting a landslide. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 41, 5-12.
- Jackson L.E., Hungr O., Gardner J.S. & Mackay C. (1989) – Cathedral mountain debrisflows, Canada. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 40, 35-54.
- Jail M. & Vivian R. (1971) - Les glissements de terrain et les éboulements dans les Alpes françaises du Nord en 1970. *Revue de Géographie Alpine*, 59, 473-502.
- Jansen R.B. (1980) - Dams and public safety. Denver, Colorado, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 332 p.
- Jarret R.D. & Costa J.E. (1986) - Hydrology, geomorphology and dam break modelling of the July 15, 1982 Lawn Lake dam and Cascade Lake dam Failures, Larimer County, Colorado. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1369.
- Jennings M.E., Schneider V.R. & Smith P.E. (1981) – Computer assessments of potential flood hazards from breaching of two debris dams, Toutle River, and Cowlitz River system in Lipman P.W. & Mullineaux D.R., eds.: *The 1980 eruption of Mount St. Helens, Washington* - U.S. Geological Survey Professional Paper, 1250, 829-836.
- Jones F.O., Embody D.R. & Peterson W.L. (1961) - Landslides along the Columbia River valley, northwestern Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper, 367, 98 pp.
- Jones D.P., Ricker K.E., De Sloges J.R. & Maxwell M. (1985) – Glacier outburst flood on the Noeick River: the draining of Ape Lake, British Columbia, October 20, 1984. Geological Survey of Canada Open-File Report 1139, 81 pp.
- Jorstad F. (1968) - Waves generated by landslides in Norwegian fjords and lakes. Norwegian Geotechnical Institut, Publication, 79. 11.
- Kaliser B.N. & Fleming R.W. (1986) - The 1983 landslide dam at Thistle. Utah. in Schuster R.L. (1986): *Landslide Dam: processes, risk and mitigation*. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3. 59-83.
- Keefer D.K. (1984) - Landslides caused by earthquakes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 95. 406-421.
- Keefer D.K. & Tannacci N.E. (1981) - Bibliography on landslides. Soil liquefaction, and related ground failures in detected histories earthquakes. U.S. Geological Survey, Open-File Report 81-572, 38.
- Kenney T.C. (1986) - Slope stability in artificial reservoirs: influence of reservoir level, selected cases, and possible solutions. *Atti Convegno Frana del Vajont del 1963*, 17-19 settembre 1986, IAEG-Università di Ferrara.
- Kent P.E. (1965) - The transport mechanism in catastrophic rockfalls. *Journal Geology*, 74, 78-83.
- Knoblauch P. & Zurbuchen M. (1927) - Dei Bewegungen am Motto d'Arbino bei Bellinzona. *Die Alpen*, 3, 361-373.
- Knoblauch P. & Reinhard M. (1939) - Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz, 1:25000; Atlas Blatt 516, Jorio, 87 pp.
- Kojan E. & Hutchinson J.N. (1978) - Mayunmarca rockslide and debrisflow, Peru. In "Rockslides and Avalanches" 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 277-361.
- Kuang S. & Takahashi T. (1989) - Discharge prediction of debris flows due to landslide dam failure. *Proc. IVth ISRS, Pechino*, 8 Pagg.
- Lacquaniti L. (1947) – La frana quaternaria del Monte Peron nelle dolomiti. *L'Universo*, 27 (3), 347-357.
- Laenen A., Scott K.M., Costa J.E. & Orzol L.L. (1987) - Hydrologic hazard along Squaw Creek from a hypothetical failure of the glacial moraine impounding Carver Lake near Sisters, Oregon. U.S. Geological Survey Open-File Report 87-41, 48 pp.
- Laffi R. & Fossati D. (1988) - Nota sugli eventi franosi avvenuti nel giugno 1988 in Valpola. *Geologia Tecnica*, 4, 4-13.
- Land L.F. (1980) - Evaluation of selected dam-break flood-wave models by using field data. U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations, 80-44, 60 pp.
- Li Thianchi (1983) - A mathematical model for predicting the extent of a major rockfall. *Z. Geomorph. N. F.*, 27, (4), 473-482.



- Li Tianchi, Schuster R.L. & Jishan W. (1986) – Landslide dams in southcentral China. in Schuster R.L. (1986) - Landslide Dam: processes, risk and mitigation. Am. SOC. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication,3, 146-162.
- Lucchitta B.K. (1978) - A large landslide on Mars. Geol. Soc. Am. Bull., 89, 1601-1609.
- Lunardi P. (1988) - Emergenza Valtellina - frana di Val Pola. Gallerie idrauliche di by-pass. Quarry and Construction, November 1988, 83-96.
- Mahr T. (1977) - Deep-reaching gravitational deformations of high mountain slopes. Int. Ass. Eng. Geol. Bull., 16, 121-127.
- Malde A.E. (1968) - The catastrophic late Pleistocene Bonneville flood in the Snake River plain, Idaho. U.S. Geological Survey Professional Paper, 596, 52 pp.
- Marchesoni V. (1954) – Il lago di Molveno e la foresta riaffiorata in seguito allo svaso. St. Trent. Sc. Nat., XXXI, 9-24.
- Marchesoni V. (1958) - La datazione col metodo del C14 del Lago di Molveno e dei resti vegetali riemersi in seguito allo svaso. St. Trent. Sc. Nat., XXXV (2-3). 94-97.
- Marchesoni V. (1959) - La val di Tovel e il "Lago Rosso". Natura Alpina, 41-74 pp.
- Marinelli O. (1887) – La frana ed il Lago di Borta. Udine, 21 pp.
- Marinelli O. (1894) - Osservazioni batimetriche e fisiche eseguite in alcuni laghi del Veneto nel 1894. Atti R. Istituto Veneto Se. Lettere ed Arti, Tomo VI, Serie VII, 63-74.
- Marinelli O. (1898) – Studi orografici nelle Alpi Orientali. Mem. Soc. Geogr. IT., 8 (2), 338-445.
- Marinelli O. (1909) - La vita di un piccolo lago (il Lago dell'Alba in Friuli). Firenze, Tipografia Ricci, 11 pp.
- Marinelli O. (1923) - Il più giovane dei laghi alpini: il Lago di Alleghe. Le Vie d'Italia, Milano, 57-63; ristampato nel volume dello stesso autore "Curiosità Geografiche", Milano, A. Vallardi ed., 1928, 121-128.
- Marinelli O. (1924) - L'interrimento del Lago di Alleghe e il valore della denudazione nell'alto bacino del Cordevole. Riv. Geogr. It., 31, 291-295.
- Marinelli O. (1926) - Le vicende di un laghetto alpino. Riv. mensile del Touring Club Ital., XXXII, 1313-1322; ristampato in "Curiosità Geografiche", Milano, A. Vallardi ed., 1928.
- Martínis B. (1978) - Contributo alla stratigrafia dei dintorni di Erto -Casso e alla conoscenza delle caratteristiche strutturali e meccaniche della frana del Vajont. Mem. Sc. Geol. Univ. Padova, XXXII, 5-33.
- Martinis B. (1979) - Le acque sulfuree di Arta (Camia) e il loro ambiente geologico. Aviani ed., Udine.
- Mason K. (1929) – Indus floods and Shyok glaciers. Himalayan Journal, 1, 10-29.
- Mathews W.H. & McTaggard K.C. (1978) - Hope rockslide, British Columbia, Canada. In "Rockslides and Avalanches", ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 1, 259-275.
- Mattirolo E. (1905) – Su di una carta geolitologica delle Valli di Lanzo. Boll. R. Comit, Geol. It., Serie N, VI (3). 191-211.
- Mazzalai P. (1980) - Esame preliminare dell'influenza delle condizioni pluviometriche e delle sistemazioni idrauliche sui fenomeni di dissesto franoso in Trentino. Atti XIV Conv. Naz. Geotecnica, Firenze 28-31 ottobre 1980, 11, 277-281.
- Mazzuoli L. (1875) - Sull'origine delle rovine di Vedana. Club Alpino Italiano, sez. di Agordo, Adunanza straordinaria dei soci il 22-8-1875 in Vedana, 11-17 pp.
- Melidoro G. (1982) - Aspetti geomorfologici e tettonici dei movimenti di massa. C.N.R., Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo", Atti del Convegno Conclusivo, Roma 9-10 giugno 1982, 235-248.
- McSaveney M.J. (1978) - Sherman Glacier rock avalanche, Alaska. USA. In "Rockslides and Avalanches", ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1, 197-258.
- Menci V. (1966) - Mechanism of landslides with noncircular slip surfaces with special reference to the Vajont slide. Géotechnique, 16 (4), 330-370.
- Mereiai G. (1936) - Note di limnologia trentina e di Alto Adige: i laghi di Tovel, Valduma e Anterselva. Mem. Museo Storia Naturale Venezia Tridentina, 111 (2). 287-318.



- Merlo C. (1969) - Frane presso Chiotti Sant'Anna nell' alta Val Grana (Alpi Cozie). Riv. Geogr. It, anno LXXVI (2), 181-194.
- Meyer W., Sabol M.A., Glicken H.X. & Voight B. (1985) - The effects of ground water, slope stability, and seismic hazard on the stability of the South Fork Castle blockage in the Mount St. Helens area, Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper. 1345. 42 pp.
- Meyer W., Sabol M.A. & Schuster R.L. (1986) - Landslide dammed lakes at Mount St. Helens, Washington. in Schuster R.L. (1986): Landslide Dam: processes, risk and mitigation. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3. 21-41.
- Montandon F. (1933) - Chronologie des grands éboulements alpins, du début de l' ere chrétienne a nos jours. Société de Géographie, Genève, Matériaux pour l'Etude des calamités, 32, 271-340.
- Mortara G. & Tropeano D. (1978) - Eventi di piena nei bacini dei rii Gerardo e Perilleux in Val di Susa. Bo11. Ass. Min. Sub alpina. 15, 303-324.
- Mortara G., Sorzana P.F. & Villi V. (1986) - L'evento alluvionale del 6-8-1985 nella vallata del Fiume Isarco tra Fortezza e il Passo del Brennero. Mem. Se. Geol. Univ. Padova, 38. 427-457.
- Mortara G. & Sorzana P. (1987a) - Fenomeni di deformazioni gravitative profonde nell' arco alpino occidentale italiano: considerazioni litostrutturali e morfologiche. Boll. Soc. Geol. It. 106. 303-314.
- Mortara G. & Sorzana P. (1987b) - Situazioni di rischio idrogeologico connesse all'espansione recente del ghiacciaio del Miage ed all'instabilità dei versanti in alta Val veni (Massiccio del Monte Bianco). Rev. Valdaine d'Hist. Naturelle, 41, 111-117.
- Muller L. (1968) - New consideration on the Vajont slide. Rock Mechanics and Engineering Geology, 6, 1-91.
- Mussio G. (1973) - Calamità naturali ricorrenti nel triangolo lariano in una prospettiva geografica. Atti XXI Congr. Geogr. It., Verbania 13 18 settembre 1971.11, tomo 1, "Le calamità naturali nelle Api", 73-84.
- Nageli H. (1920) - Die pos tglaz ial- prahistorischen Biaschina Bergsturze. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zurich, 65, 1-58.
- Natale L. & Fenaroli G. (1986) - Portate al colmo con assegnato tempo di ritorno dei piccoli bacini italiani. Quaderni dell'ISMES, 227, pagg. 34.
- Nemcok A. (1972) - Gravitational slope deformation in high mountains. International Geological Congress, 24th, Montreal, Proceedings, seco 13, 132-141.
- Nemcok A. (1977) - Geological/ tectonic structures; an essential condition for genesis and evolution of slope movement. Int. Ass. Eng. Geol. Bull., 16, 127-130.
- Newmark N.M. (1965) - Effects of earthquakes on dams and embankments. Géotechnique, 15 (2), 139-160.
- Nicoletti P.G. & Sorriso-Valvo M. (1991) - Geomorphic controls of the shape and mobility of rock avalanches. Geol. Soc. Am. Bull., 103, 1365-1373.
- Nonveiller E. (1986) - Vajont slide: influence of frictional heat on slip velocity. Atti Convegno Frana del Vajont del 1963, 17-19 settembre 1986, IAEG-Universita di Ferrara.
- Notarpietro A. (1990) - Geological structure and landslides in the province of Sondrio. ALPS '90, Ricerca Scientifica ed educazione permanente, suppl. 79b, 355-374.
- Noverraz F. & Bonnard C. (1990) - Mapping methodology of landslides and rockfall in Switzerland. ALPS '90, Ricerca Scientifica ed educazione permanente , suppl. 79b, 43-53.
- Odendaal W.A. & Van Zyl F.C. (1979) - Failure of a cofferdam due to overtopping. 13° Congres des Grands Barrages, New Delhi, II, 141-156.
- Oetheimer C. (1989) - Etude géomorphologique des éboulements remaniés de la vallée de Tovel St. Trent. Se. Nat., Acta Geologica, 65, 3-47.
- Omboni G. (1875) - Gita alle marocche fatta dai naturalisti riuniti ad Arco nel settembre 1874. Arco, Libreria Internazionale, 22 pp.
- Omboni G. (1878) - Le marocche, antiche morene mascherate da frane. Atti Soc. It. Sc. Nat., (2), 1-16.
- Orombelli G. & Gnaccolini M. (1972) - La dendrocronologia come mezzo per la datazione di frane avvenute nel recente passato. Boll. Soc. Geol. It., 91, 325-344.
- Orombelli G. & Porter S.C. (1981) - Il rischio di frane nelle Alpi. Le Scienze, 156, 68-80.





- Orombelli G. & Porter S.C. (1988) - Boulder deposit of upper Val Ferret (Courmayeur, Aosta Valley): deposit of a historic giant rockfall and debris avalanche or a late-glacial moraine? *Eclogae Geol. Helv.*, 81 (2), 365-371.
- Orombelli G. & Sauro U. (1988) - I lavini di Marco: un gruppo di frane oloceniche nel contesto morfotettonico dell' alta Val Lagarina (Trentino). *Geogr. Fis. Din. Quat.*, suppl. 1, 107-116.
- Panizza M. (1972a) - Note sui depositi quaternari nella valle dei Monzoni nel quadro dell'evoluzione geomorfologica tardo e post-glaciale nelle Dolomiti Natura Alpina, 72 (4). 159-168.
- Panizza M. (1972b) – I depositi quaternari e l'evoluzione geomorfologica della conca di Forno di Zoldo (Dolomiti centrali). *St. Trent. Se. Nat.*, 49 (1). 96-106.
- Panizza M. (1973) - Glacio-pressure implication in the production of landslides in the Dolomitic area. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 3 (1), 289-297.
- Panizza M. (1974) – Fenomeni franosi connessi ad azioni di glacio pressione. *Boll. Como Glac. it.*, 22, 45-48.
- Panizza M. (1978) - Messa a punto concettuale per la realizzazione di una cartografia applicata alla stabilità del territorio. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, 1, 25-27.
- Panizza M. & Carton A. (1976) - Geomorfologia della Valle dei Monzoni (Dolomiti). *Mem. Museo Tridentino Se. Nat.*, XXI (1), 1-40.
- Panizza M., Carton A., Castaldini D., Mantovani F. & Spina S. (1978) – Esempi di morfotettonica nelle Dolomiti occidentali e nell'Appennino modenese. *Geogr. Fis. Din. Quat.* 1, 28-54.
- Panizza M. & Zardini R. (1986) – La frana su cui sorge Cortina d'Ampezzo. *Mem. Se. Geol. Univ. Padova*, 38, 415-426.
- Paoliani P. & Santoro V.M. (1980) - Modello matematico per lo studio dell'influenza delle precipitazioni sulla stabilità dei pendii: Atti XIV Conv. Naz. Geotecnica, Firenze 28-31 ottobre 1980, U, 239-247.
- Pellegrini G.B. & Zambrano R. (1979) - Il corso del Piave a Ponte nelle Alpi nel Quaternario. *St. Trent. SC. Nat.*, Acta Geologica, 56, 69-100.
- Peng M. Zhang I L. M., 2011: Breaching parameters of landslide dams, in *Landslides Volume 9*, n. 1, p. 13-31
- Perna G. (1974) – Le Frane glaciali e postglaciali nel Trentino meridionale (marocche e laste). *Boll. Como Glac. It.*, 22 (2), 59-66.
- Perna G. (1975) - Laste e marocche nel basso Trentino. *Economia Trentina*, 4, 37-44.
- Pero P. (1893) - Ricerche e studi sui laghi alpini valtellinesi. *La Nuova Notarisa*, Padova, 248-291.
- Pilot G. & Durville J. L. (1990) - Les mouvements de terrain dans les Alpes Francaises. *Proc, V Intern. Symp. on Landslides*, Lausanne 1988, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 3, 1515-1537.
- Pippan T. (1973) - Le calamità naturali nelle Alpi austriache tra il 1947 ed il 1970, da un punto di vista geografico. *Atti XXI Congr. Geogr. It.*, Verbania 13-18 settembre 1971, 11(1), "Le calamità naturali nelle Alpi", 85-102.
- Piteau D.R., Mylrea F.H. & Blown I.G. (1978) - Downie slide, Columbia river, British Columbia, Canada. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 365-392.
- Plafker G. & Ericksen G.E. (1978) - Nevados Huascarán avalanches, Peru. In "Rockslides and Avalanches" 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 277-314.
- Plafker G. & Eyzaguirre V.R. (1979) - Rock avalanche and wave at Chungar, Peru. In "Rockslides and Avalanches", 2, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 269-279.
- Plaza-Nieto G., Yepes H. & Schuster R.L. (1990) - Landslide dam on the Pisque River, northern Ecuador. *Landslide New*, 4, 2-4, Japan Landslide Society.
- Porter S.C. & Orombelli G. (1980) - Catastrophic rockfall of September 12, 1717 on the tialari Flank of the Mont Blanc Massif. *Z. Geomorph. N.F.*, Berlin, Stuttgart, 24 (2), 200-218.
- Porter S.C. & Orombelli G. (1981) - Alpine rockfall hazard. *American Scientist*, 69, 67-75.
- Pozzi R. & Giorgelli A. (1959) - Memoria illustrativa della carta geologica della regione compresa fra Livigno e il Passo dello Stelvio (Alpi Retiche). *Boll. Soc. Geol. it.*, 81 (1), 1-72.
- Pozzi R. & Sfondrini G. (1972) - Caratteri generali della frana süd in provincia di Sondrio. *1st. Geol. e Paleont. Univ. degli Studi di Milano, Nuova Serie, pubbl.* 104, 174 pp.



- Prestininzi A. (1984) - Deformazioni gravitative profonde: aspetti cinematici ed analisi dei rapporti con alcuni processi alterativi. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103, 707-716.
- Puma F, Ramasco M., Stoppa T. & Susella F. (1989) – Movimenti di massa nelle alte valli di Susa e Chisone. *Boll. Soc. Geol. It.*, 108 (3), 391- 399.
- Radbruch-Hall D.H., Varnes D.J. & Savage W.Z. (1976) – Gravitational spreading of steep-sided ridges (sackung) in western United States. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 14, 23-35.
- Radbruch-Hall D.H. ( 1978) - Gravitational creep of rock masses on slopes. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 607-657.
- Ramasco M., Stoppa T. & Susella F. (1989) – La deformazione gravitativa profonda di Rosone in valle dell'Orco. *Boll. Soc. Geol. It.*, 108 (3), 401-408.
- Riccardi R. (1925) - I laghi d'Italia. *Boll. Soc. Geogr. It.*, 506-587.
- Richardson D. (1968) - Glacier outburst flood in the pacific northwest. U.S. Geological Survey Professional Paper, 600 (D), 79-96.
- Rizzo V. (1984) - Alcuni esempi di fenomeni gravitativi profondi nel tentativo di una loro caratterizzazione. *Boll. Soc. Geol. It.*, 103, 697-700.
- Rossi D. & Semenza E. (1965) - Carte geologiche del versante settentrionale del M.Toc e zone limitrofe, prima e dopo il fenomeno di scivolamento del 9 settembre 1963 . Istituto di Geologia Università di Ferrara.
- Sager J.W. & Chambers D.R. (1986) - Design and construction of the Spirit Lake outlet tunnel, Mount St. Helens, Washington. in Schuster R.L. (1986): *Landslide Dam: processes, risk and mitigation*. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3, 42-58.
- Savage W.Z. & Varnes D.J. (1987) - Mechanism of gravitational spreading of steep-sided ridges (sackung). *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 35, 31-36.
- Schardt H. (1910) - L'éboulement préhistorique de Cnironico (Tessin). *Boll. SOCoTicinese Se. Nat.*, VI, 76-91.
- Scheidegger A.E. (1973) - On the prediction of the reach and velocity of catastrophic landslides. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 5, 231-236.
- Scheller E. (1971) - Beitrag zum bewegungsverhalten grosser bergstürze. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64, (1). 195-202.
- Schindler C. (1988) - Conference spéciale: zone instables en Suisse. Proc. V Intern. Symp. on Landslides, Lausanne 1988, A.A. Balkema, Rotterdam Brookfield, 2, 1293-1299.
- Schuster R.L. (1979) - Reservoir-induced landslides. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 20, 8-15.
- Schuster R.L. (1985) – Landslide dams in the western United States. Proc IVth International Conference and Field Workshop on Landslides, 1985, Tokyo, 411-418.
- Schuster R.L. (1986) - *Landslide Dam: processes, risk and mitigation*. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3, 162.
- Schuster R.L. & Costa J.E. (1986a) - A perspective on landslide dams. in Schuster R.L. (1986): *Landslide Dam: processes, risk and mitigation*. Am. Soc. Civ. Eng., Geot. Special Publication, 3, 1-20.
- Schuster R.L. & Costa J.E. (1986b) - Effects of landslide damming on hydroelectric projects. Proc. Vth International Congress IAEG (International Association Engineering Geology), 20-25 october 1986, Buenos Aires, A.A. Balkema/Rotterdam/Boston.
- Schwinner R. (1912) - Der Monte Spinale bei Campiglio und andere bergstürze in den Sudalpen. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft Wien*, 5, 128-197.
- Selli R. & Trevisan L. (1964) - Caratteri ed interpretazione della frana del Vajont. *Giornale di Geologia*, serie 11, 32 (1), 7-104.
- Sembenelli P. (1975) - La frana di Mayunmarca - Huaccoto. *Riv. Geotecnica U.*, IX (1), 7-11.
- Semenza E. (1966) – Sintesi degli studi geologici sulla frana del Vajont dal 1959 al 1964. *Mem. Museo Trident. Sc. Nat.*, XVI (1), 1-52.
- Sfondrini G. (1969) - La frana di Rogolo (Sondrio) del novembre 1967. *Geologia Tecnica*, 2, 35-45.
- Shreve R.L. (1968) - Leakage and fluidization in air-lauer lubricated avalanches. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 79 (5), 653-658.



- Silvano S., Carampin R. & Dall'Acqua R. (1985) - Rain - surficial slides relation in Fiorentina valley (high Cordevole). Proc. of a CNR-PAN Meet. on Progr. in Mass Movement and Sediment Transport Studies, 107-117.
- Simmler H. & Samet L. (1982) – Dam failure from overtopping studied on a hydraulic model. 14° Congrès des Grands Barrages, Rio de Janeiro, 1, 427-445.
- Skermer M. (1989) - Landslides and human lives. Bytech Publishers, Vancouver B.C., Canada. traduzione inglese e di Heim A. (1932) – Bergsturz und Menschenleben. Beiblatt zur Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich, 77, 1-217.
- Slingerland R.L. & Voight B. (1979) - Occurrences, properties, and prediction models of landslide-generated water waves. In "Rockslides and Avalanches", Voight, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 2, ed. B., 317-400.
- Smiraglia C. (1987) - L'alluvione del luglio 1987 in Valtellina: contributo alla conoscenza del quadro climatico e glaciologico. Boll. Soc. Geogr. It., serie XI, IV, 509-542.
- Sola G. (1985) - Ricostruzione dell'evoluzione quaternaria della Val Pellice. Tesi di Laurea in Scienze Geologiche, Università di Torino, Inedita.
- Solonenko V.P. (1977) - Landslides and collapses in seismic zones and their prediction. Int. Ass. Eng. Geol. Bull., 15, 4-8.
- Sonklar K. (1883) - Von den Überschwemmungen. Vienna, 151 pp.
- Sorriso-Valvo M. (1985) - Sackungen and deep-seated rockslide / debris flows: evolution model. Proc. Meet. CNR-PAN "Progress in Mass Movement and Sediment Transport Studies", Torino 5-7 dicembre 1984, 119-134.
- Southworth C.S. (1988) - Large quaternary landslides in the central Appalachian valley and ridge province near Petersburg, west Virginia. Geomorphology, 1 (4), 317-329.
- Staffler J.J. (1846) - Tirol und Vorarlberg, statistisch und topographisch. Innsbruck, 4 volumi.
- Starkel L. (1976) - The role of extreme (catastrophic meteorological events in contemporary evolution of slopes. in Geomorphology and Climate, ed. E. Derbyshire, London, 203-246.
- Stefanini S., Gerdol S. & Stefanelli A. (1979) - Studio per la definizione dei pericoli naturali nella regione Friuli Venezia Giulia (alluvioni, mareggiate. Frane). Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia, Assessorato Agricoltura, foreste, economia montana, Direzione regionale delle foreste, 32 pp. e carta 1: 100000.
- Stragiotti L. & Peretti L. (1953) - Osservazione di coni di ghiaccio sulla frana della Becca di Lusney (Valle d'Aosta). Boll. Comitato Glaciologico Italiano, serie 2°, 4, 213-219.
- Strele G. (1936) - Chronologie des grands éboulements alpins, Premier Supplément. Société de Géographie Genève, Matériaux pour l'Etude des calamités, 38, 121-137.
- Swanson F.J. Graham R.L. & Grant G.E. (1985) – Some effects of slope movements on river channels. Proc. Of the International Symposium on Erosion, Debris flow and Disaster Prevention, Tsukuba, Japan, 273-278.
- Swanson F.J., Oyagi N. & Tominaga M. (1986) - Landslide dams in Japan. in Schuster R.L. (1986): Landslide Dam: processes, risk and mitigation. Am. Soc. Civ. Eng., Geotechnical Special Publication, 3, 131-145.
- Tacconi P. (1982) - La misura del trasporto solido nei corsi d'acqua. C.N.R., Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo", Atti del Convegno Conclusivo, Roma 9-10 giugno 1982, 103-128.
- Takahashi T. (1981) - Debrisflow. Annual Review of Fluid Mechanics, 13, 57-77.
- Takahashi T. & Yagi H. (1983) - Prediction of debris flows discharge. D.P.R.I. Annuals, 26B-2, Kyoto Univ., 329-351.
- Taramelli T. (1881) - Di alcuni scoscendimenti postglaciali nelle Alpi Meridionali. Rend. del Reale Istit. Lombardo, serie 11, XIV, fase. 111, 7 pp.
- Taramelli T. (1882) - Di un recente scoscendimento presso Belluno. Rend. del Reale Istit. Lombardo, serie 11, XV, fase, XVIII, 6 pp.
- Taramelli T. (1888) - Lo scoscendimento di Bracca in Val Serina. Riv. CAI, VII, n. 11, 8 pp.
- Taramelli T. (1899) - Di alcuni scoscendimenti nel vicentino. Boll. Soc. Geol. It., 18, 297-309.
- Tazioli G.S. (1982) - Trasporto solido e fenomeni erosivi C.N.R., Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo", Atti del Convegno Conclusivo, Roma 9-10 giugno 1982, 129-136.





- Ter Stepanian G. (1977) - Deep reaching gravitational deformation of mountain slopes. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*, 16, 87-94.
- Terzaghi K. (1950) - Mechanics of landslides. in: *Application of Geology to Engineering Practice*, Geological Society of America, New York, 83-123.
- Trener G.B. (1924) – Geologia delle marocche. In "Gli impianti idroelettrici della città di Trento", A.Scatari ed., Trento, 33 pp.
- Tomasi G. (1960) - La breve vita del lago di Canal San Bovo. *Natura alpina*, 110-120.
- Tomasi G. (1962) - Origine, distribuzione. catasto e bibliografia dei laghi del Trentino. *St. Trent. Sc. Nat.*, XXXIX (1-2). 3-355.
- Toniolo A.R. (1905) - Alcune ricerche sui laghi di Revine. *Riv. Geogr. It.*, XII (VI-VII), 376-381.
- Tosolini G. (1974) - Le calamita naturali nelle Alpi e Prealpi Camiche e Giulie (1700-1928). in: *Le Calamita naturali nelle Alpi*, ed. G.B. Castiglioni, Istlt. Geogr. Univ. Padova, Novara, 59-72.
- Untergasser S. (1935) – Elementi morfometrici del lago di Tenno. *St. trent. Sc. Nat.*, 144-145.
- Valbusa U. (1921) - La catastrofe del Monte Bianco e del ghiacciaio della Brenva del 14 19 novembre 1920. *Boll. Soc. Geogr. It.*, 10, 95-114 e 151-162.
- Vaia F. (1981) – La frana ed il lago di Tenno. *St. Trent. Sc. Nat.*, *Acta Geologica*, 58, 163-174.
- Varnes D.J. (1978) - Slope movement and types and processes. *Landslides analysis and control*. Transp. Res. Board, Nat. Aead. Sci. Washington, D.C., Spec. Rep. 176, 1-33.
- Venzo S. (1935) – Il lago di Tenno. *Cenni geografico-geologici*. *St. Trent. Sc. Nat.*, XVI (2-3), 1-14.
- Venzo S. (1938) – I laghi di Loppio e di Cei. *St. Trent. Sc. Nat.*, XIX (2), 26.
- Venzo G.A. & Vaia F. (1972) - Distribuzione e frequenza dei fenomeni franosi in alcuni bacini idrografici del Trentino e dell'Alto Adige durante le alluvioni del 1966. *St. Trent. Sc. Nat.*, sez. A, XLIX (1), 3-13.
- Voight B. (1978a) - *Rockslides and avalanches*. Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 1, 832 pp.: 2, 850 pp.
- Voight B. (1978b) - Lower Gros Ventre slide, Wyoming, U.S.A.. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam, 113-166.
- Voight B. (1979) - Wedge rockslides, Libby Dam and Lake Koocanusa, Montana. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam,, 281-315.
- Voight B. & Pariseau W.G. (1978) - *Rockslides and avalanches: an introduction*. In "Rockslides and Avalanches", 1, ed. B. Voight, Elsevier Scientific Publishing CO., Amsterdam,, 1-67.
- Voight B., Glieken H., J anda R.J. & Douglass P.M. (1981) – Catastrophic rockslide avalanche of May 18 in Lipman P.W. & Mullineaux D.R., eds. :*The 1980 eruption of Mount St. Helens*, Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1250, 347-377.
- Voight B. & Faust e. (1982) - Frictional heat and strength loss in some rapid landslides. *Géotechnique*, S2 (1), 43-54.
- WalcherJ. (1773) - *Nachrichten von den Eisbergen inTyroL* Wien, 96 pp.
- Wang Z. , Cui P., Yu G., Zhang K., 2010: Stability of landslide dams and development of knickpoints in *Environ Earth Sci* (2012) 65:pp. 1067–1080.
- Youd T.L., Wilson R.e. & Schuster R.L. (1981) - Stability of blockage in North Fork Toutle river. in Lipman P.W. & Mullineaux D.R., eds. :*The 1980 eruption of Mount St. Helens*, Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper, 1250, 821-828.
- Xin J.2011: Remote Sensing Monitoring and Quick Assessment on the Dammed Lakes, Conference publication p.1-6, *Image and data fusion (ISDIDF), Interantional Symposium*.
- Zaniboni e. (1877) - Il Lago Nuovo. IV *Annuario Soc. Alpin. Trent.*, Rovereto.
- Zaniol G. (1907) - Studi sul Lago di Santa Croce (Belluno). *Mondo Sotterraneo*, 2-S, 40 pp.
- Zamba Q. & Mencl V. (1982) - *Landslides and their control*. Elsevier Scientific, Amsterdam, 324 pp .
- Zecchi R. (1987) - Carta della distribuzione degli effetti geomorfologici indotti dai terremoti che hanno interessato l'Italia dall'anno 0 al 1986. *Mem. Soc. It.*, XXXVII,823-826.
- Zeller G. (1964) - Morphologische untersuchungen in den ostlichen Seitentalem des Val Blenio. *Beitrage zur Geologische Karte der Schweiz, Hydrologie*, IS, 108pp.
- Zischinsky U. (1969) - Uber Sackungen. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 1, 30-52.
- Zoppetti L. (1952) – La frana che interruppe il Sempione. *L'Universo*, XXXII, 345-351.
- ZoppettiL. (1959) -L'Ossola e le sue frane. *L'Universo*, XXXIX, 601-610.