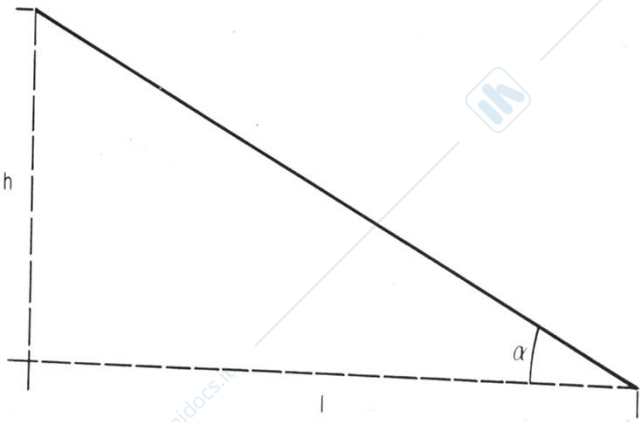


I versanti e le frane

Premessa fondamentale alla comprensione ed allo studio dei "movimenti di versante", è la definizione del termine "versante".



Con tale parola si indica, in geomorfologia, una porzione di superficie terrestre non appartenente al fondovalle orizzontale, ma non per questo necessariamente inclinata.

Per essere più chiari, fanno parte di un versante anche porzioni orizzontali di un pendio, i terrazzi che vi si trovano, le superfici strutturali, tutto ciò che vi è compreso e che non è incluso nel fondovalle.

Un "versante" è caratterizzato dall' "altezza" o dislivello verticale tra le sue estremità superiore ed inferiore; dalla "lunghezza" ovvero la distanza orizzontale o planimetrica tra le due estremità

superiore ed inferiore; dall' "inclinazione" che corrisponde, nel caso di un versante rettilineo, all'angolo tra un piano orizzontale e lo stesso versante o nel caso di un profilo complesso e non rettilineo ai più angoli

relativi ai diversi segmenti in cui esso può venire scomposto oppure all'angolo relativo al pendio ottenuto congiungendone semplicemente le due estremità, infine vi è il "profilo" del versante che viene rappresentato con la linea che si ottiene intersecando il versante con un piano verticale: in questo modo sono apprezzabili "cresta", "piede" e "tratto intermedio".



I versanti possono avere forme e profili diversi

"rettilinei" "concavi" "convessi" e "complessi", ottenuti dalle varie combinazioni dei precedenti, e comprendenti anche eventuali tratti orizzontali.

Con il termine "rottura di pendio" si intende invece il cambiamento di profilo all'interno dello stesso versante.

Quando si studiano i versanti, l'osservazione della forma e del profilo è importante per determinare le cause che nel tempo hanno portato il versante ad assumere tali forma e profilo.

Modellamento ed evoluzione dei versanti

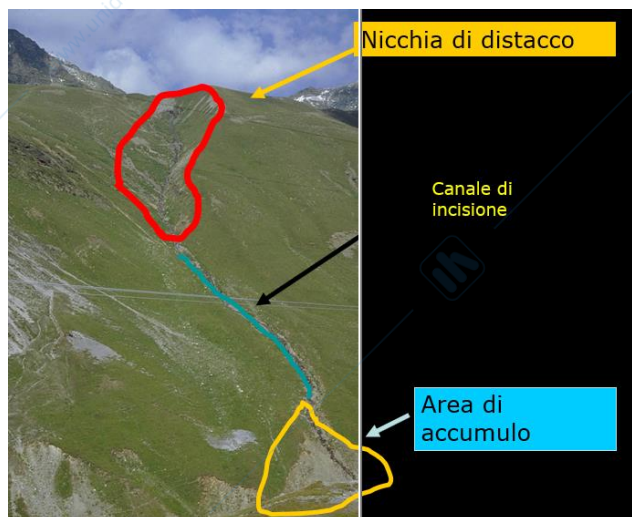
L'evoluzione di un versante avviene generalmente attraverso un "trasferimento di materia" dalle zone a monte verso quelle ubicate a quote inferiori.

Questo processo porta nel tempo ad un' "attenuazione dell'inclinazione" del versante stesso e ad un "abbassamento del rilievo".

Così mentre il versante attenua il suo profilo, il paesaggio naturale subisce una continua evoluzione; i processi in gioco nel modellamento dei versanti sono chiamati "processi di degradazione" e comprendono disgregazione, alterazione e frantumazione del materiale costituente il versante (la roccia) e successivo trasporto dello stesso ad una quota inferiore per azione della gravità, dell'acqua, del vento o di altro.

Nell'evoluzione di un versante i "movimenti di versante", ovvero i trasferimenti di materiale, sono i principali fattori in gioco e la forza di gravità ne è un componente essenziale.

Tra i "movimenti di versante" le "frane" sono i fenomeni con gli effetti più disastrosi e devastanti per popolazioni, abitati ed infrastrutture.



La frana: movimento di versante si tratta di uno "spostamento di masse litoidi" causato dalla gravità. Quando si osserva un paesaggio le evidenze geomorfologiche di una frana sono piuttosto chiare e riassumibili in una "scarpata in frana", ovvero in una zona piuttosto ripida ubicata alle quote più elevate e costituente il limite superiore di distacco delle masse litoidi e in una zona, posta a quote inferiori, dove è avvenuto l'accumulo del materiale dopo il suo spostamento sotto l'azione della gravità. Le dimensioni della "zona di accumulo" sono assai variabili (da pochi m³ di materiale a parecchi miliardi di m³).

Fattori I fattori che concorrono a mantenere una massa

rocciosa in equilibrio sono diversi: peso, coesione, inclinazione del pendio in cui essa è contenuta, attrito tra massa e pendio.

Se aumentano il peso della massa o l'inclinazione del pendio, se diminuiscono la coesione della massa o l'attrito tra questa ed il pendio, si creano condizioni favorevoli all'innescarsi di un movimento franoso. Ciascun materiale in base alla sua natura, alle dimensioni ed alla forma delle particelle costituenti e alla presenza di acqua, ha un determinato "angolo di riposo" superato il quale si innesca il movimento (in generale tale angolo è pari ad un'inclinazione di 45° ma le caratteristiche della massa e del substrato possono far di molto variare questo valore teorico).

A parità di condizioni un aumento dell'inclinazione del pendio può venire causata da fenomeni naturali di erosione ai piedi del versante (ad esempio, ad opera di un fiume o di un ghiacciaio oppure del moto ondoso); da fenomeni di faglia, da interventi antropici come "tagli del pendio" per costruire infrastrutture o per attivare una cava.

Aumentando l'inclinazione basta un aumento del peso della massa potenzialmente franosa per superare l'angolo di riposo ed innescare il movimento. L'aumento di peso può essere dato dalla semplice imbibizione della massa in equilibrio ad opera delle acque meteoriche, di fusione nivale o per perdita di acquedotti; oppure può essere legata alla costruzione di edifici o di strade che attraversano il pendio appesantendolo. Oltre a questo, l'acqua riduce anche l'attrito della massa con il substrato agendo come un vero e proprio lubrificante e favorendo quindi lo scivolamento. Questo perché ovviamente strati rocciosi orizzontali portano alla creazione di pendii stabili, mentre strati inclinati nella stessa direzione del pendio, anche se con una minore angolazione, favoriscono l'instabilità del versante (che viene detto a "franapoggio").

Un primo grande gruppo relativo alle caratteristiche stesse del versante come inclinazione, natura della massa, forma e dimensioni delle particelle costituenti, geometria degli strati.

Ed un secondo gruppo comprendente tutti i fattori esterni (acque meteoriche, erosione al piede del versante per cause naturali o antropiche, fenomeni sismici o vulcanici) che possono modificare le caratteristiche del versante e perturbarne le condizioni di equilibrio innescando un movimento laddove le condizioni di partenza non lo consentirebbero.

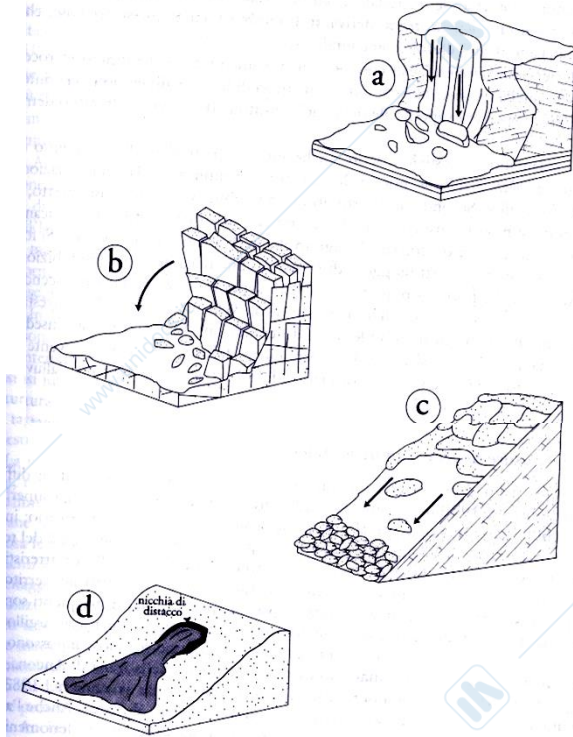
Classificazione delle frane

I sistemi di classificazione delle frane sono diversi a seconda dei fattori considerati.

Se si prendono in esame i tipi di movimento e le caratteristiche delle rocce che vanno a formare la massa litoide in movimento, si possono distinguere quattro tipi principali di frane

a) di crollo, questa tipologia di frana interessa pareti verticali dove abbiano preventivamente agito il "crioclastismo" (cioè la frammentazione delle rocce a causa del gelo-disgelo) o altri processi elementari di alterazione. Il movimento della massa litoide avviene prevalentemente in caduta libera, impattando infine ai piedi della parete e provocando così un'ulteriore disgregazione dei frammenti che si distribuiscono poi lungo il versante anche ad elevata velocità. La disposizione dei frammenti avviene con "selezione

dimensionale" operata dalla "gravità"; i frammenti di dimensioni maggiori compiono quindi percorsi più lunghi e si dispongono ai margini inferiori dell'accumulo di frana. Questo tipo di frane è assai comune e diffuso in tutte le regioni montuose, dove si ritrovano, infatti, ai piedi delle pareti rocciose grandi conii detritici; questi accumuli costituiscono un potenziale pericolo per i sempre più numerosi fruitori della montagna, turisti, alpinisti ed escursionisti.



b) di ribaltamento, questo tipo di movimento di versante è spiegabile attraverso una rotazione attorno ad un punto ubicato sotto il baricentro della massa litoide che ruota, e si ribalta, ricadendo infine ai piedi del versante con un crollo. Questo meccanismo di frana avviene su versanti costituiti da rocce con una stratificazione o con una fratturazione verticale.

c) di scivolamento, in questo caso il movimento avviene lungo superfici ben definite come ad esempio le discontinuità strutturali (come stratificazioni di diverse litologie, magari con strati argillosi intermedi che agisce da lubrificante, o piani di faglia). Un esempio famoso di frana di scivolamento, in Italia, è quella del 1963 del Vajont (Valle del Piave), dove una porzione del Monte Toc scivolò nell'invaso artificiale ai piedi del versante provocando la fuoriuscita di un'onda d'acqua che scavalcò la diga e colpì l'abitato di Longarone che venne completamente spazzato via con 2000 dei suoi abitanti.

d) di colamento, possono riguardare i movimenti in colata sia di masse rocciose che di materiali sciolti. Nel caso i

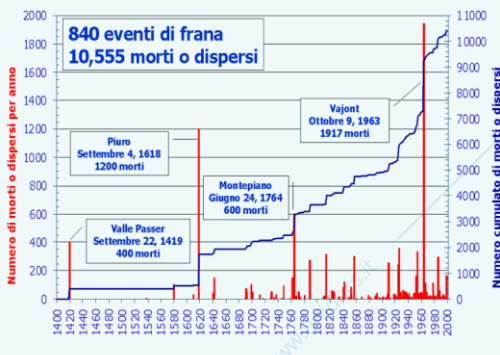
movimenti di colata siano relativi a materiali sciolti si parla di COLATE DI TERRA; esse derivano dall'imbibizione con acqua di masse argillose che comportandosi come fluidi viscosi si incanalano e fluiscono verso valle. Nel caso i movimenti di colata siano relativi a materiali sciolti si parla di colate di terra. Morfologicamente presentano una forma stretta e allungata (area di trasporto) con lobi in testata (area di svuotamento) e al piede (area di accumulo).

Un termine a parte è poi quello definito **smottamento** con il quale si intendono tutti i **movimenti di rocce argillose che portino a frane di ridotte dimensioni e relative alla sola copertura superficiale del pendio.**

Una breve trattazione a parte meritano alcuni fenomeni molto diffusi in ambiente alpino e noti come "debris flow" o colate detritiche.

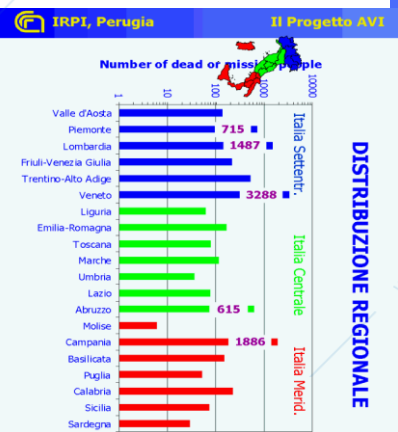
In realtà non si tratta di frane in senso stretto ma di movimenti di versante implicanti il trasporto di detrito ad opera dell'acqua sotto forma di torrenti molto densi

MORTI E DISPERSI PER FRANA IN ITALIA dal 1410 al 1999

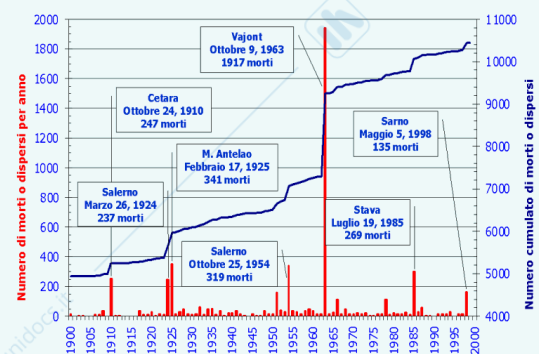


Prevenzione

La prevenzione dei movimenti di versante non è semplice e non sempre è applicabile.



MORTI E DISPERSI PER FRANA IN ITALIA dal 1900 al 1999



Cause dei dissesti

fattori climatici. Le piogge svolgono un ruolo determinante nell'innescare dei fenomeni franosi, soprattutto nei climi dove si alternano lunghe stagioni secche a periodi di intensa e/o prolungata piovosità. Ciò può comportare sia variazioni di portata della rete drenante superficiale con incrementi delle azioni erosive, sia innalzamenti delle superfici libere delle falde acquifere sotterranee, con effetti particolarmente negativi, soprattutto quando le falde sono prossime alla superficie topografica.

fattori vegetazionali. Una estesa copertura boschiva costituisce un naturale ostacolo all'azione erosiva degli agenti atmosferici.

fattori idrogeologici. La permeabilità (velocità con cui l'acqua attraversa un corpo roccioso) delle formazioni rocciose condiziona il tipo di circolazione idrica superficiale e sotterranea; la circolazione delle acque sotterranee provoca delle pressioni ossia delle azioni di spinta verso l'alto riducendo le forze che si oppongono al movimento.

fattori idrologici come distribuzione dei corsi d'acqua lungo il versante. La distribuzione della rete drenante superficiale controlla le azioni erosive dell'acqua che possono provocare un aumento dell'acclività del versante con fenomeni di scalzamento al piede.

fattori geologico-strutturali. Le rocce possono presentarsi con delle strutture diverse. La presenza o meno di fratture, faglie, superfici di stratificazione, scistosità (orientazione degli strati di roccia dovuta all'effetto della pressione esercitata) e quant'altro possa costituire una superficie di debolezza della roccia svolge un controllo sulla dinamica del versante.

Altro fattore importantissimo che può favorire o meno i movimenti franosi è dato dal rapporto tra

l'orientazione dell'inclinazione del versante e l'orientazione delle superfici di debolezza geologiche (giacitura degli strati, fratture, faglie ecc); strati rocciosi orizzontali portano alla creazione di pendii stabili, mentre strati inclinati nella stessa direzione del pendio, anche se con una minore angolazione, favoriscono l'instabilità del versante (che viene detto *a franapoggio*).

fattori geologico-tecnici ovvero quelli, misurabili in laboratorio mediante indagini accurate e specifiche per ogni litologia, che ci danno indicazione delle resistenze alle sollecitazioni di taglio offerte dalle rocce agli sforzi direzionali.



fattori antropici ovvero legati all'azione degli uomini che per le loro esigenze, impongono profonde modifiche delle aree montane provocando alterazioni improvvise delle situazioni naturali raggiunte in tempi molto lunghi. Le azioni antropiche, siano esse attive quali gli scavi, gli appesantimenti dei versanti o i disboscamenti, siano esse passive, quali l'abbandono della montagna, svolgono un ruolo di accelerazione dei processi morfogenetici, provocando reazioni fino alla rapida alterazione degli equilibri naturali.

fattori sismici I terremoti possono essere la causa di innescare dei fenomeni franosi, come è avvenuto per il terremoto del Friuli.

Un primo intervento consiste nell'identificazioni delle frane attive o delle situazioni di rischio, dei versanti disboscati indiscriminatamente e sottoposti attualmente ad intensa erosione ed alterazione, un censimento degli edifici costruiti senza tenere conto della dinamica del versante e di conseguenza un bilancio delle situazioni sanabili tramite un rimboschimento, un'evacuazione o allontanando dalla zona franosa le acque superficiali e sotterranee, che sono tra i principali fattori predisponenti, attraverso drenaggi e fossi di gronda.

Inoltre, le pareti rocciose instabili possono venire alleggerite, tramite il crollo artificiale dei blocchi pericolanti di maggiori dimensioni, o irrobustite con strutture di sostegno come gabbionate, reti metalliche o altro.

Gli edifici o le strade che si trovino nelle immediate vicinanze di una frana attiva o attivabile possono venire protette con barriere paramassi e, nei casi più complessi o gravi, l'intero corpo franoso può venire monitorato in continuo per conoscere l'entità del movimento nel tempo ed nel caso questo subisca un'accelerazione, un sistema di allarme può permettere di applicare per tempo un piano di evacuazione efficace dell'area a rischio.



In genere per questo tipo di monitoraggio si utilizzano capisaldi di misura nel corpo di frana monitorati in continuo con sistema GPS (=Global Positioning System) che permette di avere misure molto precise delle variazioni di posizione dei punti nelle tre direzioni dello spazio.

Per la previsione degli eventi franosi e per la determinazione delle aree soggette a rischio si utilizzano infine anche modelli matematici basati sulle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del rilievo e sull'andamento delle precipitazioni e delle portate fluviali.

In Val Pola (Valdisotto) destava particolare timore un'antica frana: il 25 luglio compare una frattura nella montagna lunga 600 m. Gli abitati ubicati a valle sono già prudentemente evacuati.

È una frana di scivolamento su di una superficie rocciosa; durante la caduta la massa rocciosa si spacca in centinaia di blocchi rocciosi con fango e detriti, che formano una valanga di roccia dagli

effetti devastanti, talmente violenta che nel suo precipitare risale, come un'onda gigantesca, il versante opposto della vallata, ove distruggerà quasi completamente Morignone e S. Antonio Morignone e in parte Aquilone che non era stato evacuato.

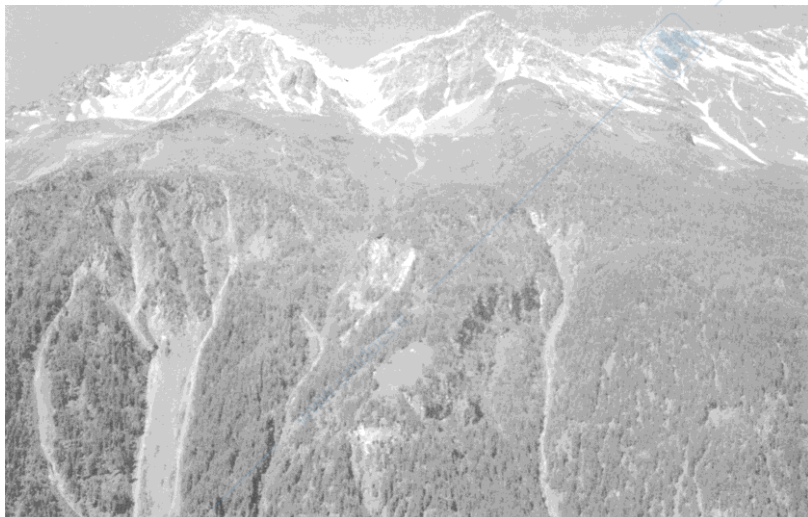
L'emergenza non era tuttavia finita. Infatti, l'accumulo della frana a valle, impedendo al fiume Adda di scorrere nel suo letto naturale, crea una diga naturale che, in caso di un ulteriore movimento franoso, rischia di innescare una catastrofica onda di piena simile a quella del Vajont.

Si cerca di sgomberare la valle, i cui abitanti riparano nei centri abitati posti a superiori altitudini.

L'intervento congiunto e tempestivo della Protezione Civile, dell'AEM e della Società delle Condotte d'Acqua, teso a svuotare il lago con un apposito impianto di pompaggio e a convogliarne le acque in un

canale derivatore, eviterà la **tracimazione** del bacino.

Il 5 maggio 1998, nella zona di Pizzo di Alvano, del quale fa parte la dorsale di Sarno (Caserta) Le colate di detriti sono frequenti in molte aree dell'Appennino Campano, ed in particolare su tutti i versanti dei monti che circondano la pianura che ospita il Vesuvio. Negli ultimi 40 anni si è verificata una cinquantina di eventi, di cui otto hanno causato più di trenta vittime e provocato danni a costruzioni ed infrastrutture.



150 movimenti franosi si sono succeduti rapidamente nell'arco di circa 10 ore (dalle ore 14:00 alle ore 24:00), hanno interessato contemporaneamente un'area con un'estensione di circa 75 kmq a valle della dorsale di Sarno.

L'evento del 5 maggio 1998, che ha interessato in particolare il comune di Sarno e che ha causato circa duecento vittime, è sicuramente il maggiore sia per dimensione che per danni tra i fenomeni finora noti nell'area.

I volumi di materiale detritico che si sono distaccati dalle pendici in diversi istanti ed in diversi punti del versante, hanno acquistato energia cinetica lungo il loro percorso, andando a travolgere le opere poste al piede del versante e raggiungendo velocità superiori ai 60 km/h hanno terminato il loro percorso nei pressi dei centri abitati.