

Le frane e la difesa del territorio (A)



Le frane e la disgregazione delle rocce (A)

Le **frane** sono movimenti o cadute di materiali rocciosi o sciolti, dovuti all'effetto della **forza di gravità**.



Ambiente arido

L'origine di una frana può derivare dalla disgregazione delle rocce. Negli ambienti aridi questa è dovuta prevalentemente a fenomeni fisici, negli ambienti umidi essa deriva piuttosto dall'azione di agenti chimici.



Ambiente umido

Alterazione fisica delle rocce: le oscillazioni termiche (A)



Le rocce che affiorano in superficie sono soggette spesso a forti riscaldamenti o raffreddamenti.

Il calore provoca una loro dilatazione, che si trasmette poco nei livelli sottostanti, in quanto le rocce conducono poco il calore. Così le parti più superficiali si staccano dalla roccia madre attraverso processi di *desquamazione*.

Disgregazione per gelo e disgelo (A)

I fenomeni di frantumazione delle rocce sono accentuati quando la temperatura oscilla sopra e sotto lo zero. Questo fenomeno è molto comune in alta montagna.



In queste condizioni l'acqua penetra nelle fessure delle rocce, con il raffreddamento si trasforma in ghiaccio, che ha un volume maggiore, e perciò allarga le fessure.

Cristallizzazione dei sali (C)

Un'azione simile di allargamento delle fessure può anche avvenire per la crescita dei cristalli. Anche in questo caso le rocce si frantumano.



Cristalli di quarzo

Scariche elettriche e incendi (B)



Fulmine

Anche un forte calore può produrre in superficie modifiche nella struttura delle rocce, che poi tendono a sgretolarsi.

Tale calore può essere prodotto dai fulmini, che si scaricano spesso sulle elevate creste rocciose, oltre che da incendi di vasta estensione.



Incendio boschivo

Movimenti tettonici: conseguenze di faglie o pieghe (B)

Frantumazioni e fessurazioni di strati rocciosi sono possibili anche a causa dei movimenti interni della crosta terrestre. Lo scivolamento reciproco di strati rocciosi (*faglia*) può determinare triturazioni nelle rocce, mentre la formazione di *pieghe* molto accentuate produce spesso fessure più o meno larghe.



La celebre faglia di S. Andreas, in California

Pieghe nelle rocce (a destra)



Alterazione chimica delle rocce: ossidazione e idratazione (B)



Ematite

L'ossigeno presente nell'atmosfera tende ad ossidare numerosi minerali, che sono importanti costituenti delle rocce.



Limonite

Il ferro ossidato si trasforma in *ematite* (Fe_2O_3), mentre questa, in presenza di acqua, diventa *limonite* ($(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$).

Azione solvente sulle rocce: calcari, gessi e carsismo (B)



Scannellature su roccia calcarea

L'acqua piovana si può unire chimicamente con il biossido di carbonio presente nell'aria dando origine al debole *acido carbonico*.

Questo scioglie lentamente alcuni tipi di rocce, come il calcare, dando origine ai *fenomeni carsici*.

Nelle condizioni attuali occorre in media un secolo per sciogliere uno spessore di 3 mm di calcare. Con le rocce gessose il fenomeno è notevolmente più rapido.

Azione chimica degli organismi: radici (A)

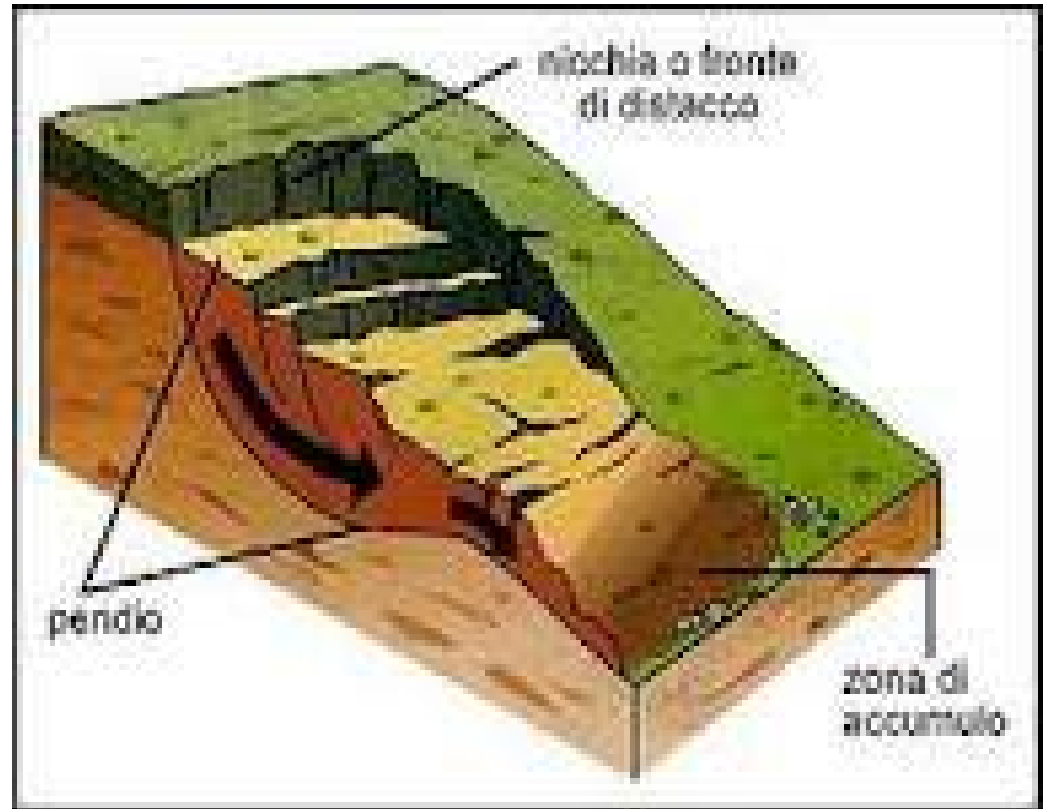
Anche le radici dei vegetali possono fessurare gli strati rocciosi sottostanti. Esse producono l'acido carbonico, che scioglie le rocce, insinuandosi tra queste.



La struttura di una frana (A)

In una frana si può distinguere la zona in cui il materiale si è staccato (**nicchia di distacco**) e quella in cui si è depositato (**zona di accumulo**).

Tra le due si trova la zona in cui il materiale franoso è scivolato.



Schema di una frana



Classificazione delle frane (C)

La classificazione delle frane non è semplice. Esse possono suddividersi in base al tipo di movimento del materiale franoso.

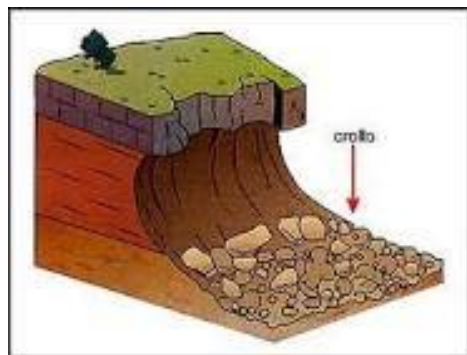
N.	Tipo di frana
1	Crollo
2	Ribaltamento
3	Scorrimento con traslazione
4	Scorrimento con rotazione
5	Scorrimento con espansione laterale

In (1) il materiale precipita nel vuoto. In (2) rotola, avendo il baricentro in equilibrio instabile. In (3 e 4 e 5) il materiale scivola su un pendio.

In (3) il flusso è rettilineo, in (4) le varie parti hanno un movimento rotatorio, mentre in (5) durante lo scivolamento si ha anche una espansione laterale del flusso.

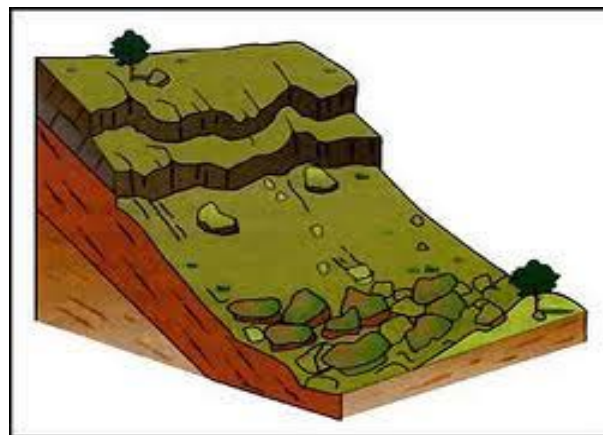
Sono possibili anche **forme composite (o complesse)** date dalla combinazione di 2 o più tipi precedenti.

Classificazione delle frane (II) (B)

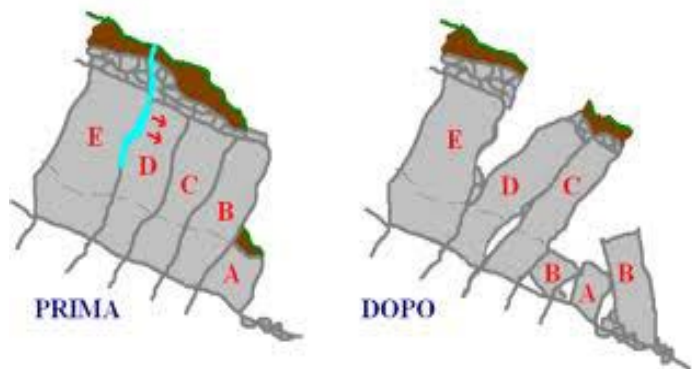


Frana di crollo

Gli schemi raffigurano i principali tipi di frane.

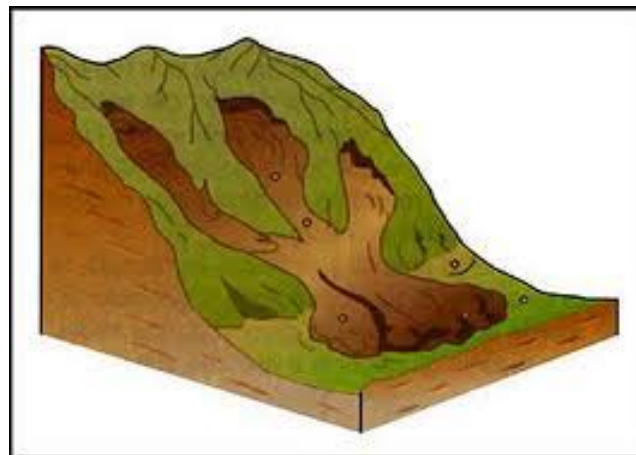


Frana di scorrimento (= scivolamento)



Frana di ribaltamento

Lo *smottamento* è un caso particolare di frana di scorrimento, costituita da terreni fortemente imbevuti d'acqua.



Frana di smottamento (= colamento)

Classificazione delle frane: dimensioni dei materiali franati (C)



Ghiaioni alla base delle tre Cime
di Lavaredo (Dolomiti)

Le frane possono essere anche classificate in base alle dimensioni del materiale in caduta.

Si distinguono pertanto:

- a) rocce;
- b) terreni grossolani;
- c) terreni fini.

Combinando queste 3 categorie con le 5 precedenti (vedi slide n. 12) si ottengono 15 tipi di frane fondamentali.

Classificazione delle frane: la velocità (B)

Le frane possono essere classificate anche in base alla velocità dei materiali in movimento.

Esistono scale a 7 livelli, in cui si passa da velocità estremamente rapide ($> 3 \text{ m/sec}$) ad altre estremamente lente ($< 6 \text{ cm/anno}$).



Frana veloce: queste frane provocano in genere danni maggiori.

Altri tipi di frane: lavine e valanghe (A)



Una valanga in alta montagna

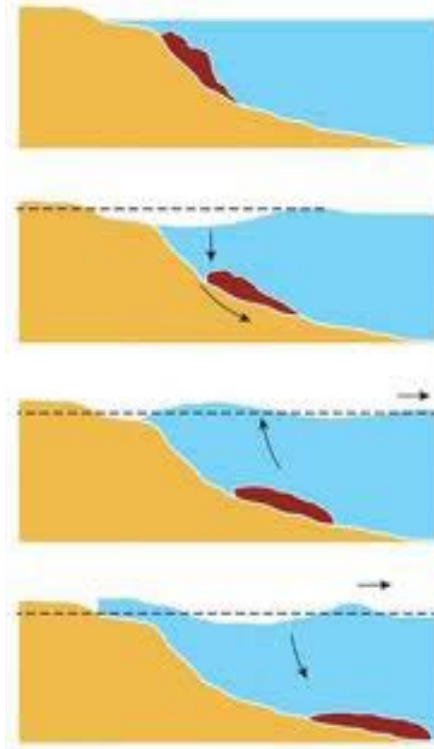
Un fenomeno molto frequente nelle alte montagne è la formazione delle valanghe di neve. Esse costituiscono una delle maggiori insidie per gli alpinisti.

Una valanga si può formare solo quando il pendio nevoso supera l'angolo di 25° .

Altri tipi di frane: frane sottomarine (B)

Molte frane, anche di enormi dimensioni, si verificano sui pendii dei fondali marini. In questi casi la dispersione di materiali sottili è notevolmente più lenta ed ampia, in quanto si spostano nel mezzo liquido, e non in aria.

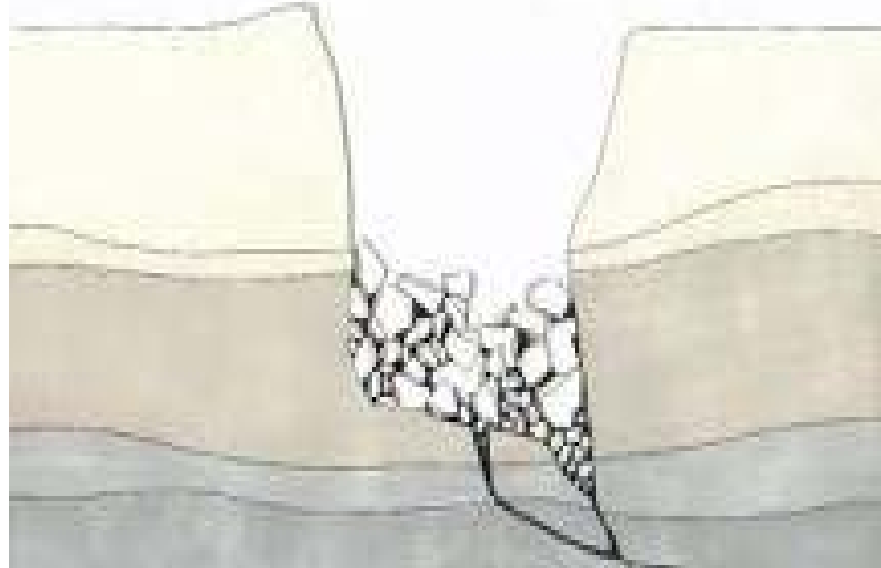
Una frana sottomarina può causare violenti maremoti (o tsunami).



Altri tipi di frane: sprofondamenti (B)

In casi particolari (*terreni carsici*) sono anche possibili *sprofondamenti* del suolo. Essi derivano dal crollo delle volte di caverne sotterranee.

Si formano così doline di crollo che formano all'incirca il 10% delle doline presenti su questi territori.



Frana di sprofondamento

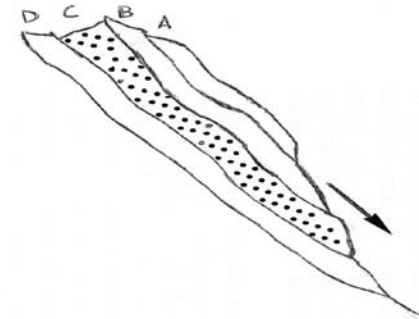


Cause delle frane: l'imbibizione degli strati (A)

I motivi che originano le frane sono molteplici.

Le frane sono ad es. più frequenti dopo periodi di forti piogge. In queste situazioni l'acqua penetra in grande quantità negli strati permeabili, rendendoli molto scivolosi.

Gli strati superiori, specialmente se pendono verso valle, scivolano sui precedenti, e si forma la frana.



Lo strato C (punteggiato) assorbe acqua, diventa scivoloso, per cui gli strati A e B scorrono in basso.

Cause delle frane: escavazione fluviale e glaciale (A)

Le frane si formano in particolare quando i versanti sono inclinati a valle (1). Il fenomeno è accentuato quando la parte basale di questi strati viene asportata dall'erosione determinata da un corso d'acqua (fiume, torrente,...) oppure dal flusso di un ghiacciaio



Valle fluviale



Valle glaciale

Cause delle frane: onde sulle coste alte (A)



Anche le coste alte sono soggette a frequenti fenomeni di frana.

In questo caso sono le onde a martellare le rocce, scalzandole dalla base, e facendo crollare la parte sovrastante.

Il risultato finale è l'arretramento di tutta la linea di costa.

Cause delle frane: terremoti (A)

Anche i terremoti, specialmente quelli più intensi, possono provocare numerosi fenomeni di frane.

I sismi possono quindi distruggere direttamente le opere umane per mezzo delle oscillazioni del suolo, ma anche in modo indiretto, attraverso le frane.



Effetti del terremoto
in Abruzzo

Cause delle frane: attività umane (A)



Anche certe attività umane possono favorire il fenomeno delle frane. I disboscamenti totali in zone a pendio (a sin.) oppure l'edificazione massiccia di case, ecc. in zone a forte pendenza su terreni poco stabili (a destra), può essere la premessa di grandi disastri, con lutti e rovine.

Conseguenze delle frane: allargamento valli e formazione laghi (B)



Lago di Alleghe (Dolomiti)

Le frane modificano in vari modi la superficie terrestre. Possono allargare le valli, o bloccare il corso dei fiumi.

Nel 1771 una grossa frana sbarrò il corso del torrente Cordevole (Dolomiti). Il tratto a monte fu invaso dalle acque, dando origine al lago di Alleghe.

Conseguenze delle frane sui manufatti (A)



Le frane possono produrre danni molto gravi. Distruggono case, ed altre costruzioni, interrompono

vie di comunicazione come strade, ferrovie.

Alcuni esempi di danni provocati dalle frane.



Le frane in Italia (A)



Distribuzione frane in Italia

Le frane sono purtroppo frequenti in Italia: si calcola che almeno il 70% del territorio sia soggetto a tale rischio. Questo dipende ovviamente dal fatto che una notevole parte del territorio italiano sia costituito da rilievi (montagna, collina,...)

Ma una notevole responsabilità è collegata anche all'azione dell'uomo. Nel passato molti boschi sono stati tagliati “a raso” sui versanti dei monti, e sono stati costruiti edifici anche su suoli molto instabili.

Zone a rischio di frane (A)

Province	Percent.
Belluno	59,3 %
Vicenza	20,4 %
Verona	9,8 %
Padova	5,8 %
Treviso	4,7 %

La tabella indica che i terremoti sono più frequenti sui territori ove sono più rappresentati i rilievi.

Mancano ovviamente nelle zone completamente pianeggianti, come le province di Venezia e di Rovigo.

(Regione: Veneto - anno 2004)

Il disastro del Vajont (I) (B)

Alla fine degli anni Cinquanta venne costruita nella valle del Vajont (Dolomiti friulane/ Prealpi Carniche) una diga alta 265 m, allo scopo di produrre energia elettrica. La diga era allora la più elevata al mondo, il lago a monte poteva contenere 168 milioni di m³ d'acqua.



Diga del Vajont da Longarone (BL)

Il disastro del Vajont (II) (B)



Il lago dl Vajont invaso dalla frana



La frana del Monte Toc

Il 9 ottobre 1963 un'enorme frana del volume di 270 milioni di m³ si staccò dal monte Toc, precipitando sul lago. Le acque scavalcarono la diga, si infransero sull'abitato di Longarone, distruggendolo completamente, assieme ad altre località minori. Il disastro provocò circa 2000 vittime.

Altri agenti pericolosi: le alluvioni (B)

Alle piogge e alle frane sono spesso associate, specialmente più a valle, fenomeni alluvionali.

Le acque oltrepassano gli argini dei fiumi, allagando campagne ed inondando città.

Gravissima fu l'alluvione a Firenze nell'autunno del 1966, quando una piena eccezionale dell'Arno produsse danni enormi nel centro storico.



Alluvione a Firenze
(1966)

Difesa del territorio: sistemazioni idrauliche dei bacini montani (I) (A)



Briglia su un torrente in Carnia

Per evitare frane e alluvioni conviene sistemare il *profilo altimetrico longitudinale* dei corsi d'acqua, specialmente dove questi hanno tratti più ripidi.

Si costruiscono **briglie** che sbarrano il letto del corso d'acqua e si incastrano lateralmente sulle sue sponde.

Le briglie sono normalmente alte da 1 a 10 metri.

Se possibile, è preferibile costruire più briglie, ma di altezza minore.

Difesa del territorio: sistemazioni idrauliche dei bacini montani (II) (A)



Su terreni ripidi, è necessario anche il consolidamento dei versanti laterali a monte delle briglie. Esso viene attuato con paletti infissi verticalmente, intrecci di vimini, graticci, staccionate.

Molto utile è anche la *difesa viva*, piantando salici, ontani, robinie, ginestre, e altri cespugli dai rami pieghevoli. Ad essi si possono aggiungere piante erbacee (leminose, graminacee,...)



Difesa del territorio: interventi di rimboschimento (A)



Rimboschimento di conifere

Il rimboschimento dei pendii è molto utile ad evitare la formazione di frane. Esso consente anche la produzione di legname, e riduce la quantità di biossido di carbonio presente nell'aria.



Rimboschimento sul Carso
agli inizi del Novecento



Rimboschimento con alberelli

Effetti protettivi dei boschi (A)



il rischio di frane, valanghe, piene dei corsi d'acqua, oltre a ridurre la velocità dei venti e il rumore. Inoltre produce molto ossigeno ed elimina biossido di carbonio, che contribuisce a modificare il clima.

I boschi ben sviluppati riducono molto il potenziale erosivo delle piogge. Un metro di spessore di suolo forestale trattiene 460 mm di pioggia. Una foresta disposta su un pendio limita



Muschio su tronco

Utilizzi delle acque correnti (B)



Diga idroelettrica

Le *acque correnti* possono essere utilizzate in molti modi diversi: Immesse in acquedotti servono per gli usi domestici, bloccate con dighe possono produrre energia elettrica, o servire per l'irrigazione dei campi.

Quando le condizioni lo consentono, i fiumi vengono utilizzati per il trasporto di merci con traghetti, con costi nettamente inferiori rispetto a strade e ferrovie, in certi casi tali fiumi vengono collegati tra loro con canali artificiali.



Irrigazione dei coltivi