

Degradazione meteorica

Degradazione meteorica (Weathering)

La meteorizzazione (*weathering* in inglese, *degradazione meteorica o atmosferica* in italiano) è il processo di disintegrazione e alterazione delle rocce, affioranti sulla superficie terrestre e dei minerali, attraverso contatto diretto o indiretto con l'atmosfera.

Il termine indica un **fenomeno che avviene 'in sito' o 'senza movimento'**, quindi da non confondere con l'erosione, che invece è dovuta a movimenti e disintegrazione di rocce e minerali per effetto dell'azione e del contatto con acqua, vento e forza di gravità (presa in carico e successivo trasporto).



La meteorizzazione avviene attraverso due processi:
il primo è di tipo meccanico o fisico (degradazione): le rocce e la terra vengono disintegrate attraverso il contatto diretto con l'atmosfera, la dilatazione termica, l'acqua, il ghiaccio e variazioni di pressione;
il secondo è di tipo chimico (alterazione), e avviene attraverso l'aggressione chimica e/o biologica da parte di agenti chimici/biologici che alterano le rocce.

Any process that exerts a stress on a rock that eventually causes it to break into smaller fragments is a type of **mechanical weathering**.



The rocks have shattered, but **their minerals have remained the same**. Examples of **mechanical weathering** are dominant in cold climates, where chemical weathering occurs at such slow rates that the fragmentation processes are obvious.

Physical (mechanical) weathering

Mechanical weathering is a cause of the disintegration of rocks. Most of the times it produces smaller angular fragments, as compared to chemical weathering.

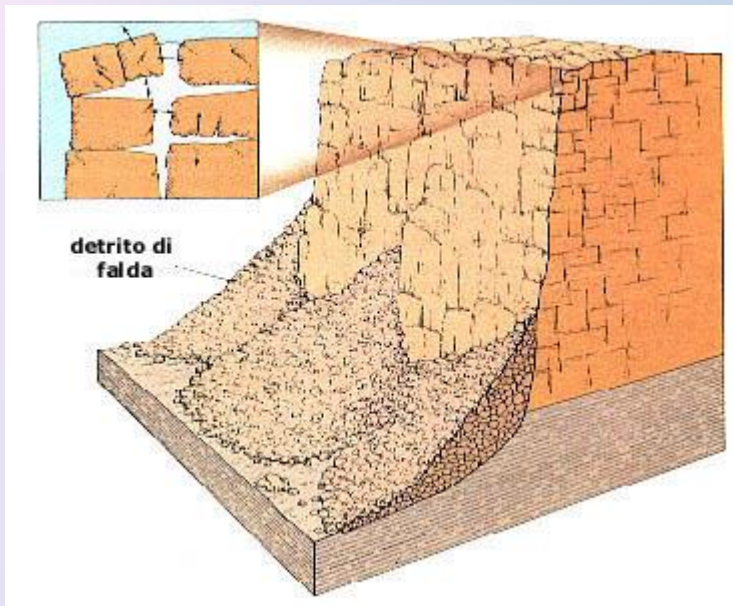
However, **chemical and physical weathering often go hand in hand**. For example, cracks exploited by mechanical weathering will increase the surface area exposed to chemical action. Furthermore, the chemical action at minerals in cracks can aid the disintegration process.



Sugarland Mountain, Great Smoky Mountains National Park, Tennessee May 2002



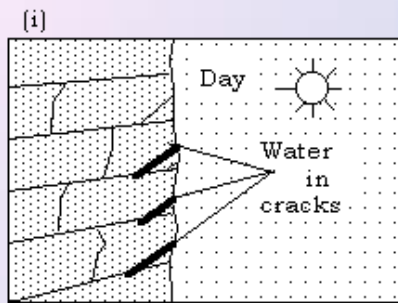
Effetti della variazione di temperatura



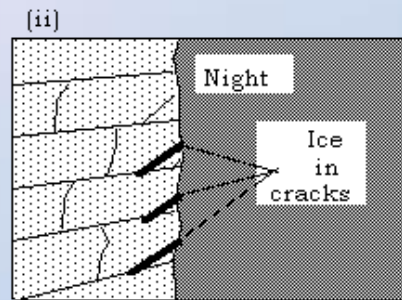
Gelivazione o
crioclastismo

Il **crioclastismo** è il processo di disgregazione fisica di una roccia causato dalla pressione provocata dall' aumento di volume dell'acqua contenuta entro le fessure rocciose quando questa ghiaccia.

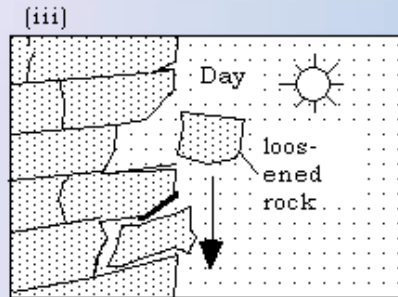
Con il ciclo climatico di gelo-disgelo, la roccia, prima compatta, si disgrega in un detrito ghiaioso con spigoli vivi. Questo processo è tipico delle zone in cui vi sono escursioni termiche attorno agli 0 °C che continuamente inducono cambi di stato fisico all'acqua presente.



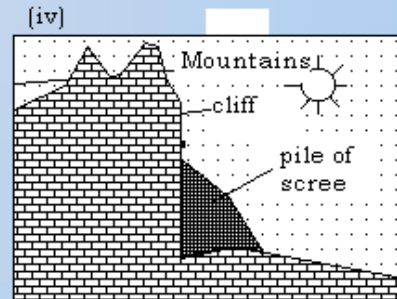
Meltwater runs into cracks in the solid cliff



Meltwater freezes, expands and forces cracks to widen



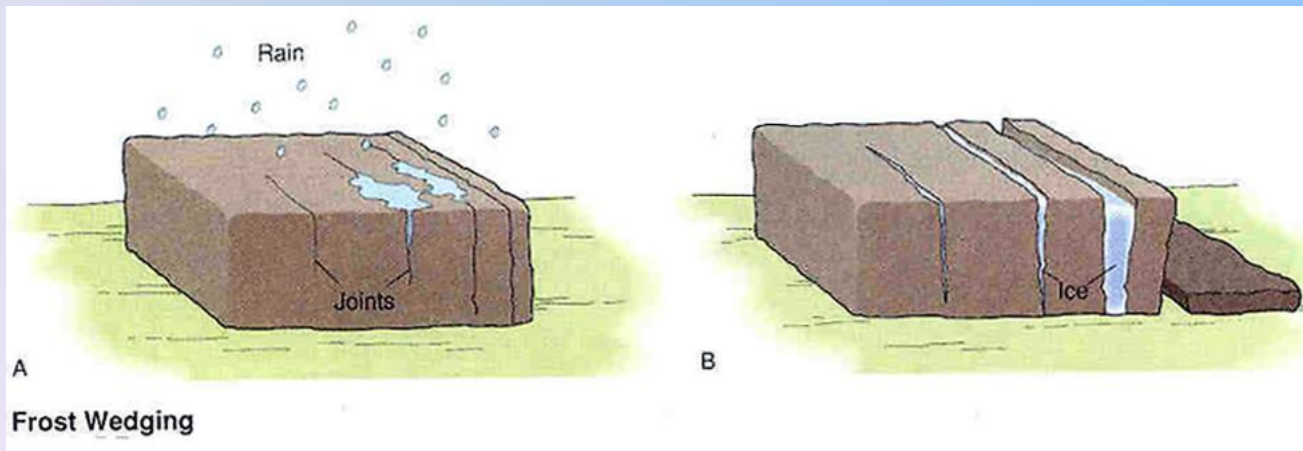
Ice melts again. Loosened blocks fall as scree. Water fills the new crack



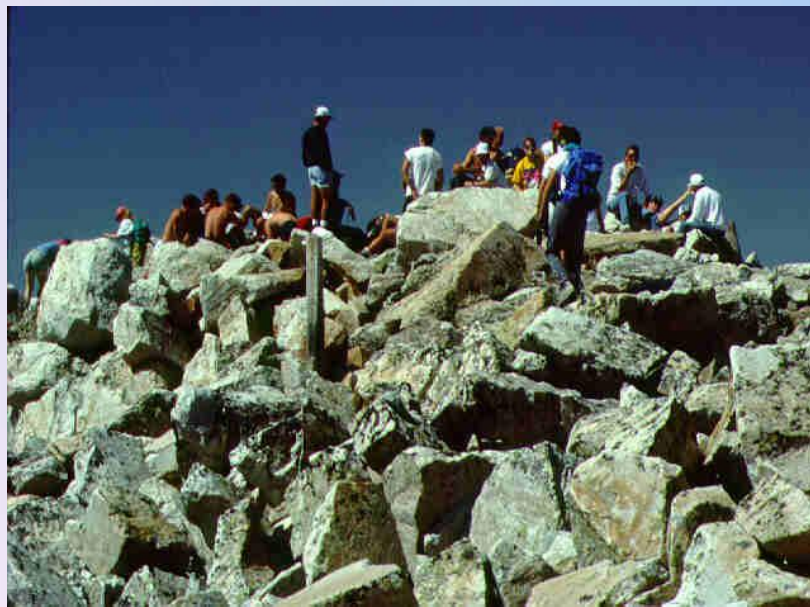
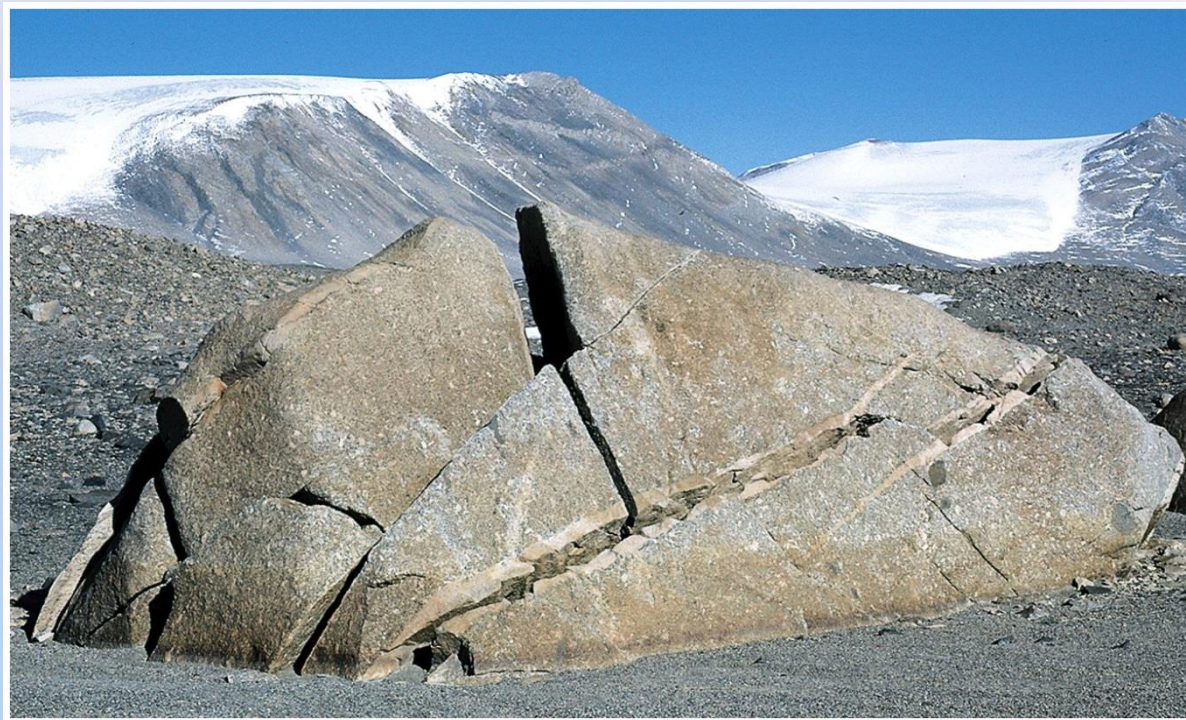
Pile of scree forms below the cliff

Il crioclastismo rompe le rocce in frammenti, ma **non le modifica da un punto di vista chimico**, perché i frammenti, grandi o piccoli che siano, sono costituiti dagli stessi minerali che formavano la "roccia madre" da cui si sono staccati.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Crioclastismo>



Esempi di degradazione delle
rocce per crioclastismo





Esfoliazione dovuta a termoclastismo



Il **termoclastismo** è la disgregazione della roccia dovuta alle escursioni termiche a cui è soggetta giornalmente. Attiva soprattutto su rocce a tessitura granulare.

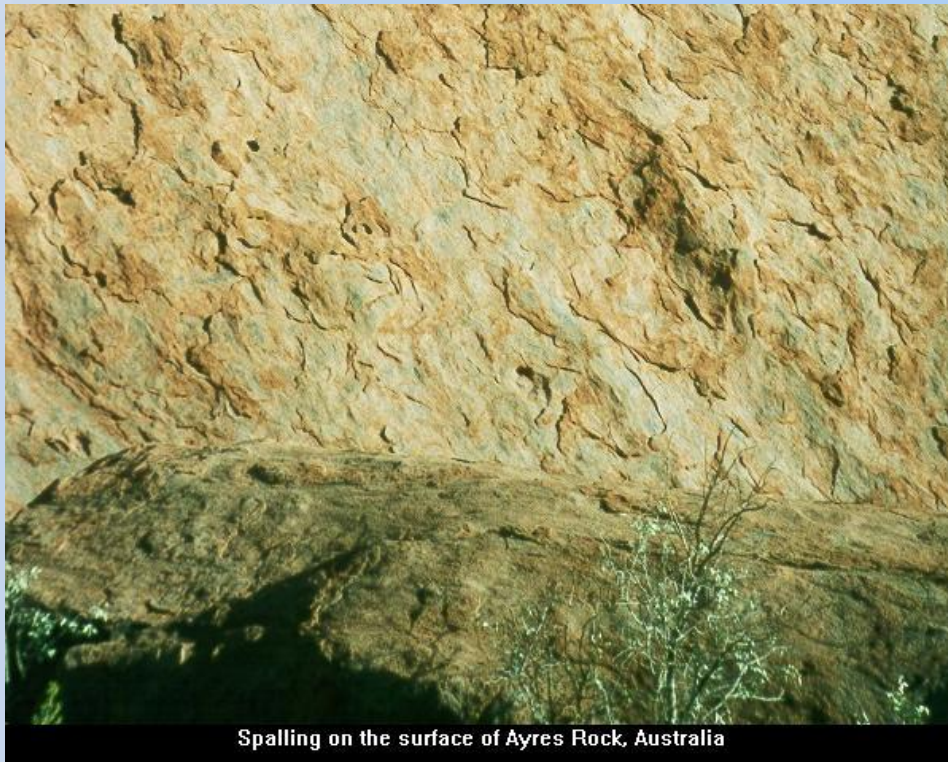
Soprattutto nelle zone aride o desertiche, la temperatura subisce brusche variazioni nell'arco della giornata: di giorno le rocce raggiungono i 60-70 °C, mentre di notte la loro temperatura scende sotto i 0 °C. Questa escursione termica provoca un'alternanza di dilatazioni e di contrazioni che portano la roccia a perdere coesione e a frantumarsi.

Thermal Expansion

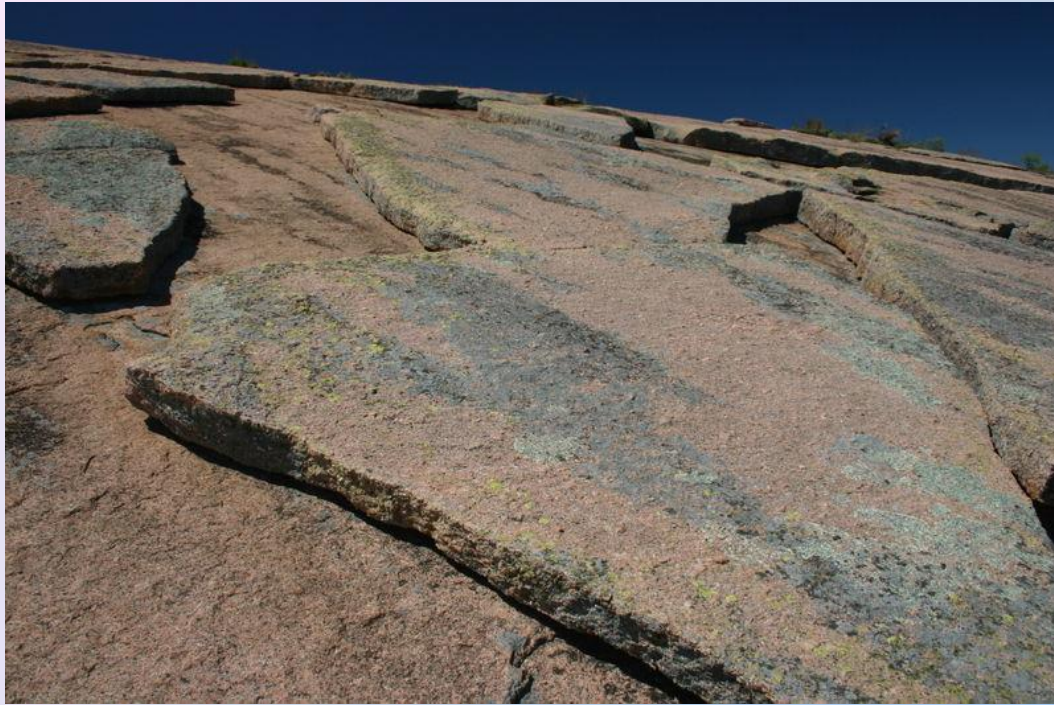
Rock has a low thermal conductivity - tends to make a good insulator.

When rock is heated on a surface that heat does not travel inward very rapidly.

The heated exterior of the rock will expand more rapidly than the cool interior, causing the exterior to fracture



Spalling on the surface of Ayres Rock, Australia



Rilascio della pressione o scarico tensionale

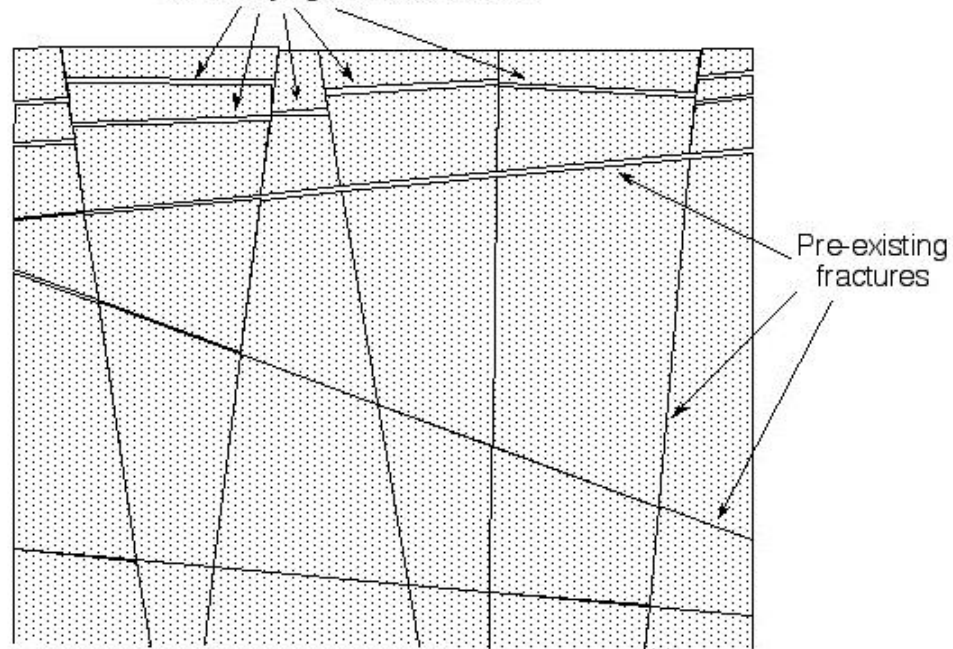
(non è un fenomeno di degradazione legato in modo diretto agli agenti atmosferici. Da non confondersi con l'esfoliazione per termoclastismo)

Esfoliazione dovuta a rilascio tensionale

In pressure release, also known as unloading, overlying materials (not necessarily rocks) are removed (by erosion, or other processes), which causes underlying rocks to expand and fracture parallel to the surface. Often the overlying material is heavy, and the underlying rocks experience high pressure under them, for example, a moving glacier. Pressure release may also cause exfoliation to occur.

Weathering II: Exfoliation

~horizontal fractures resulting from pressure release
as overlying rock is removed



Exfoliation - Unloading

Rocks which form under the surface form under pressure - confining pressure.

When that pressure is released, the rock will expand.

Pressure is released as the rock is brought to the surface - tectonics, isostasy, erosion.

As it expands the outer layers break free in sheets - exfoliation.



Glacier-sliced Half Dome, Yosemite, a classic exfoliated granite dome

Le rocce ignee intrusive, per esempio il granito, si formano nella profondità della terra. Sono sottoposte ad una tremenda pressione a causa del peso del materiale sovrastante. Quando l'erosione rimuove tali strati, la pressione diminuisce e tali rocce possono venire alla luce. In seguito alla diminuzione della pressione, la parte esterna di tali rocce tende quindi ad espandersi. L'espansione provoca una tensione che genera delle fratture parallele lungo la superficie della roccia. Con il tempo, veri e propri 'fogli' di roccia si staccano dalla roccia esposta lungo le fratture.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Meteorizzazione>



Exfoliation of a batholite of granite



Exfoliation sheets, Independence Rock, Wyoming



Exfoliation sheets, Avon Valley National Park, Australia

Aloclastismo

La cristallizzazione produce la disintegrazione delle rocce nel momento in cui una soluzione salina si infiltra nelle fratture ed evapora, lasciando all'interno cristalli di sale. Questi all'aumentare della temperatura esercitano una pressione sulle pareti delle fessure (microfessure), portando così la roccia a disgregazione



I sali che hanno un potente effetto nel disintegrare le rocce sono: il solfato di sodio, il solfato di magnesio, e il cloruro di calcio. Alcuni di questi sono in grado di dilatare il proprio volume anche di tre volte.

Il fenomeno avviene ad una scala più piccola rispetto al crioclastismo.

Normalmente l'aloclastismo viene associato ai climi aridi dove il forte calore causa una forte evaporazione e quindi la cristallizzazione del sale. È inoltre usuale lungo le coste.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Aloclastismo> (modificato)

<http://it.wikipedia.org/wiki/Meteorizzazione> (modificato)



La superficie di questa roccia è caratterizzata da una degradazione a “nido d’ape”, causata dalla cristallizzazione del sale. Yehliu, Taiwan.

Salt-Crystal Growth is similar to ice wedging.

Both result from forces created during crystallization.

Ice wedging is most prevalent in areas which experience cyclic freezing and thawing.

Salt-crystal growth is most common in arid environment.

Three minerals are involved in this process: Halite (salt), Calcite, Gypsum.

As water evaporates, minerals are left behind to grow between grains in the rock.

Can result in cavities or alcoves forming in vertical faces.



Vaschette di erosione formate per aloclastismo ed arco di roccia; s'Archittu – Sardegna



Vaschette di erosione formate per aloclastismo; s'Archittu – Sardegna



Fattori biologici

Anche gli organismi viventi hanno un ruolo importante nella demolizione delle rocce: le radici delle piante si infiltrano nelle fessure e riescono a spaccare anche i più grossi macigni; i muschi penetrano tra granulo e granulo, sgretolandone la superficie. All'azione meccanica si accompagna anche un'azione chimica, che è lenta ma efficace: le radici producono sostanze acide che intaccano la roccia; i licheni sono capaci di corrodere anche le superfici più levigate. Anche dopo la morte, gli organismi viventi continuano la loro azione: la decomposizione libera acidi organici che passano in soluzione e collaborano alla degradazione chimica delle rocce.





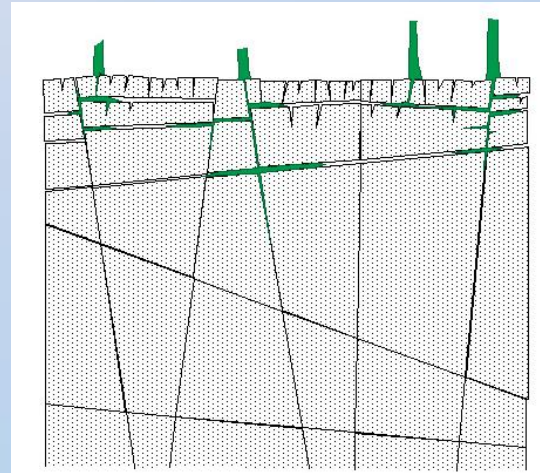
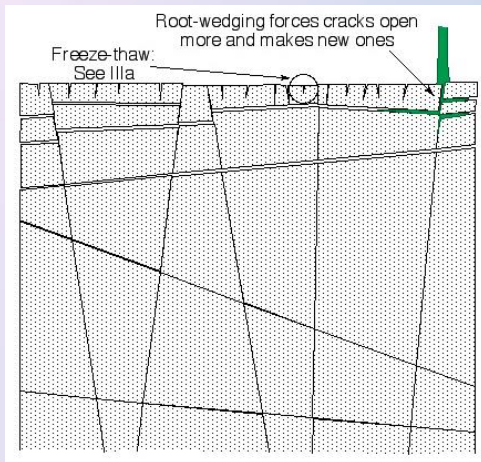
Azione meccanica
e chimica dei
licheni e dei
muschi



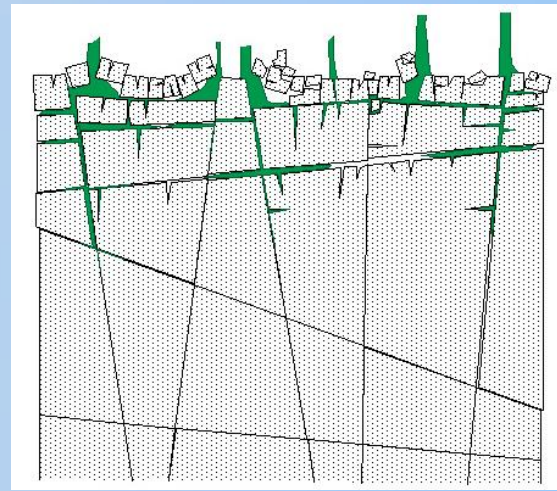
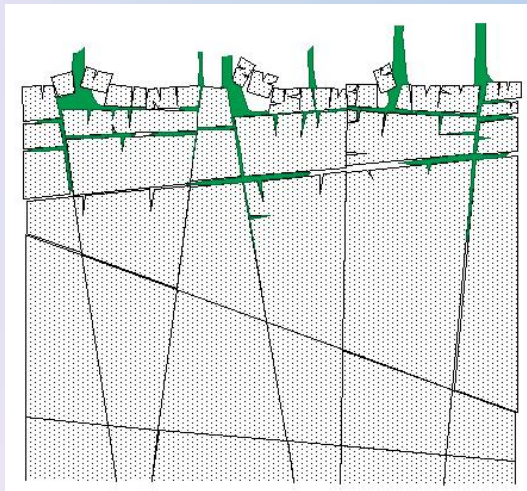
Lichens and mosses grow on essentially bare rock surfaces and create a more humid chemical microenvironment. The attachment of these organisms to the rock surface enhances physical as well as chemical breakdown of the surface microlayer of the rock.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Weathering>

Azione degli apparati radicali su di una roccia fratturata



On a large scale seedlings sprouting in a crevice and plant roots exert physical pressure as well as providing a pathway for water and chemical infiltration.



<http://en.wikipedia.org/wiki/Weathering>



Root wedging, trail to Observation Point, Zion National Park, UT



Root wedging of an exfoliation slab, Yosemite National Park, California



Example of root wedging, Poudre Canyon, Colorado



Burrowing animals and insects disturb the soil layer adjacent to the bedrock surface thus further increasing water and acid infiltration and exposure to oxidation processes.

Chemical Weathering

Chemical weathering is the decomposition of soil and rock (**change in composition**) by chemical processes



weathering pits form where water collects and accentuates rates of chemical weathering

The process of chemical weathering generally occurs in the soil where water and minerals are in constant contact. **Agents of weathering are oxygen, air pollution, water, carbonic acid, and strong acids.** They combine with the minerals in rocks to form clays, iron oxides, and salts, which are the endpoints of chemical weathering.

<http://www.waterencyclopedia.com/Tw-Z/Weathering-of-Rocks.html#b>

Ossidazione The process by which oxygen combine with water and minerals in the rock such as calcium and magnesium. When iron reacts with oxygen, reddish -brown iron oxide is formed. The iron-oxide crust crumbles easily and weakens the rock. e.g. : Iron + Oxygen --
> Iron Oxide (crumbles)

Idrolisi chemical reaction between the minerals in the rock and hydrogen in rain water. For example, during hydrolysis, the feldspar in granite changes to clay mineral which crumbles easily, weakening the rock and causing it to break down

Idratazione process where minerals in the rock absorb water and expand, creating stress which causes the disintegration of rocks. EG: Unhydrated Calcium sulphate + Water --
> Hydrated Calcium Sulphate (expands)

Azione dell'acido carbonico – Dissoluzione

process by which dissolved carbon dioxide in rainwater or moisture in surrounding air forms carbonic acid and reacts with the minerals in the rock. This process weakens the rock thus breaking it down in the process. e.g.: Calcium Carbonate + Water + Carbon Dioxide ---> Calcium Carbonate (soluble)

Oxidation

takes place when oxygen reacts with earth materials. Oxygen dissolved in water combines with atoms of metallic elements abundant in silicate minerals. Attacking metals in the soil, oxidation causes them to rust leaving the soil a brownish red to red color. When oxygen combines with iron, the reddish iron oxide *hematite* (Fe_2O_3) is formed:



http://www4.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/mass_movement_weathering/chemical_weathering.html

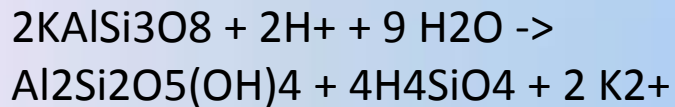
*A freshly broken rock shows differential chemical weathering (probably mostly oxidation) **progressing inward**. This piece of sandstone was found in glacial drift near Angelica, New York*



Hydrolysis

is an exchange reaction involving minerals and water. Free hydrogen (H⁺) and hydroxide (OH⁻) ions in water are able to replace mineral ions and drive them into solution. As a result, the mineral's atomic structure is changed into a new form.

It is a process whereby silicate minerals like potassium feldspar are weathered and a clay mineral is formed.



Church carving showing effects of hydrolysis



Elementi di
per i Beni Culturali - Maria Chiara Turrini -
Università degli Studi di Ferrara

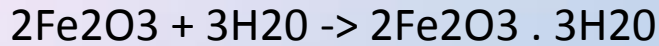


Spheroidal weathering by hydrolysis, Holy Island, Anglesey.

<http://www.geolsoc.org.uk/ks3/gsl/education/resources/rockcycle/page3566.html>

Hydration

involves the absorption of water which occurs during the conversion of hematite to limonite:



Some geoscientists question whether hydration is a true chemical weathering process because the process is readily reversible and the new product is not chemically different from its precursor. Some would rather call hydration a physical weathering process.



http://www4.uwsp.edu/geol/faculty/ritter/geog101/textbook/mass_movement_weathering/chemical_weathering.html

Expansion of Clay Minerals by Volume	
Ca-montmorillonite	45-185%
Na-montmorillonite (bentonite)	1400-1600%
illite	15-120%
kaolinite	5-60%

Solution - Dissolution

This process involves the transformation of minerals containing Ca into carbonate minerals (calcite) by reactions with CO₂ and water

CO₂ + H₂O reacts to form H₂CO₃ Carbonic Acid

Both water and carbon dioxide are readily available in the atmosphere, surface water, and groundwater .

Carbonic acid is a weak acid but over long periods of time can dissolve large quantities of calcite/limestone/marble.

Calcite is dissolved by the acid, then is carried in solution.

Eventually it is deposited in oceans as new limestone beds, in fractures in the rock, in caves as stalactites and stalagmites .

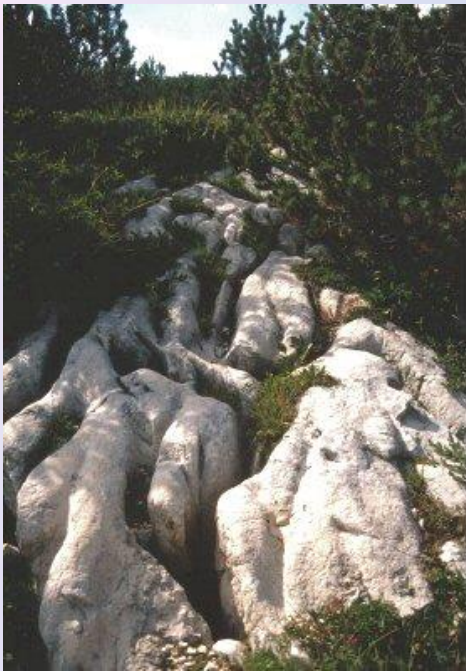
<http://facweb.bhc.edu/academics/science/harwoodr/geog102/study/chmweath.htm> (modificato)

Paesaggio carsico



L'anidride carbonica contenuta nelle acque intacca il carbonato di calcio formando bicarbonato solubile, che, trasportato dalle acque stesse, si rideposita sotto forma di incrostazioni. Le forme più caratteristiche di sedimentazione sono stalattiti, stalagmiti e cortine che ornano le grotte sotterranee. Il paesaggio carsico è privo di rete idrografica superficiale: presenta invece ovunque campi solcati, inghiottitoi, buche circolari chiamate doline che immettono nell'interno di grotte, voragini, abissi. Nel sottosuolo le acque di penetrazione formano veri e propri fiumi sotterranei.

Forme da dissoluzione



La pedogenesi

Suolo

La **pedogenesi** è l'insieme di processi fisici, chimici e biologici che portano alla formazione di un suolo, nel corso del tempo, a partire dal materiale roccioso derivante da una prima alterazione della roccia madre (il materiale litologico originario).

La semplice alterazione dei minerali delle rocce, anche se molto spinta, non è tuttavia sufficiente per la formazione di un suolo, dato che l'elemento discriminante tra questo e un semplice accumulo di sedimento non pedogenizzato è la presenza di **sostanza organica mescolata alla componente minerale**; è indispensabile, ai fini dello sviluppo di un suolo, l'azione di una componente biologica.

Le prime comunità viventi che si instaurano su un substrato inorganico sono formate da organismi semplici: licheni, muschi, colonie batteriche, che esercitano un duplice effetto: da una parte proseguono l'opera di alterazione chimica e fisica del substrato, dall'altra riforniscono il suolo "neonato" di un primo pool di sostanze organiche e ioni minerali che viene successivamente sfruttato per l'insediamento di organismi più complessi, come le piante.

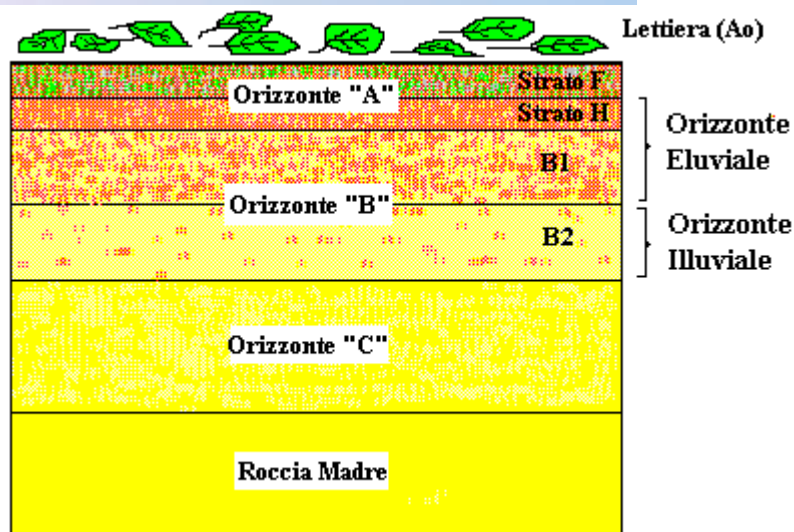
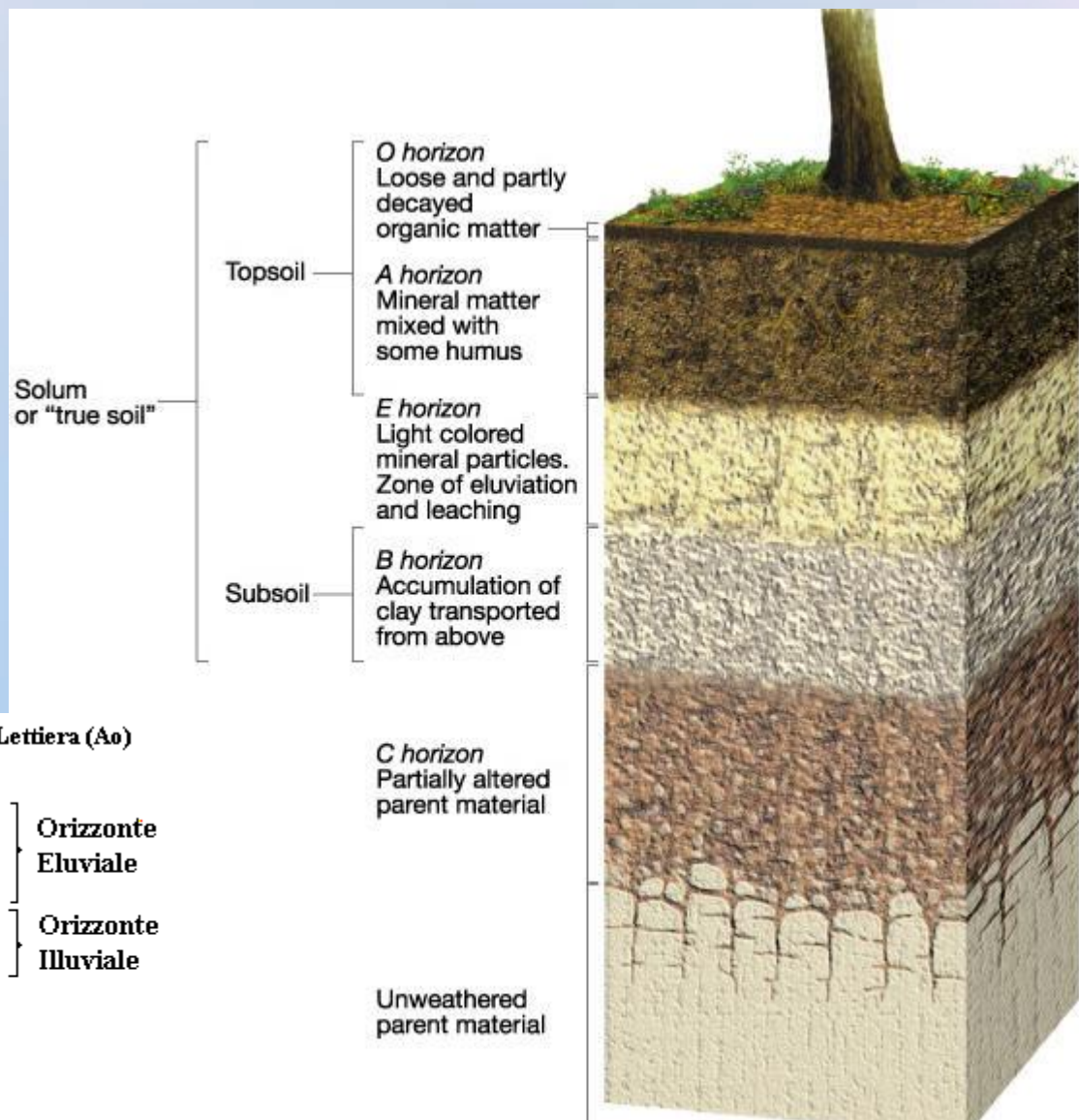
L'intensità e la tipologia dei processi pedogenetici sono determinate dall'interazione di diverse componenti ambientali: **la roccia madre, la morfologia e il clima dell'area, gli organismi viventi (incluso l'uomo) e il trascorrere del tempo**; tali componenti vengono chiamate fattori pedogenetici e, ad ogni istante, determinano le caratteristiche del suolo.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Pedogenesi>

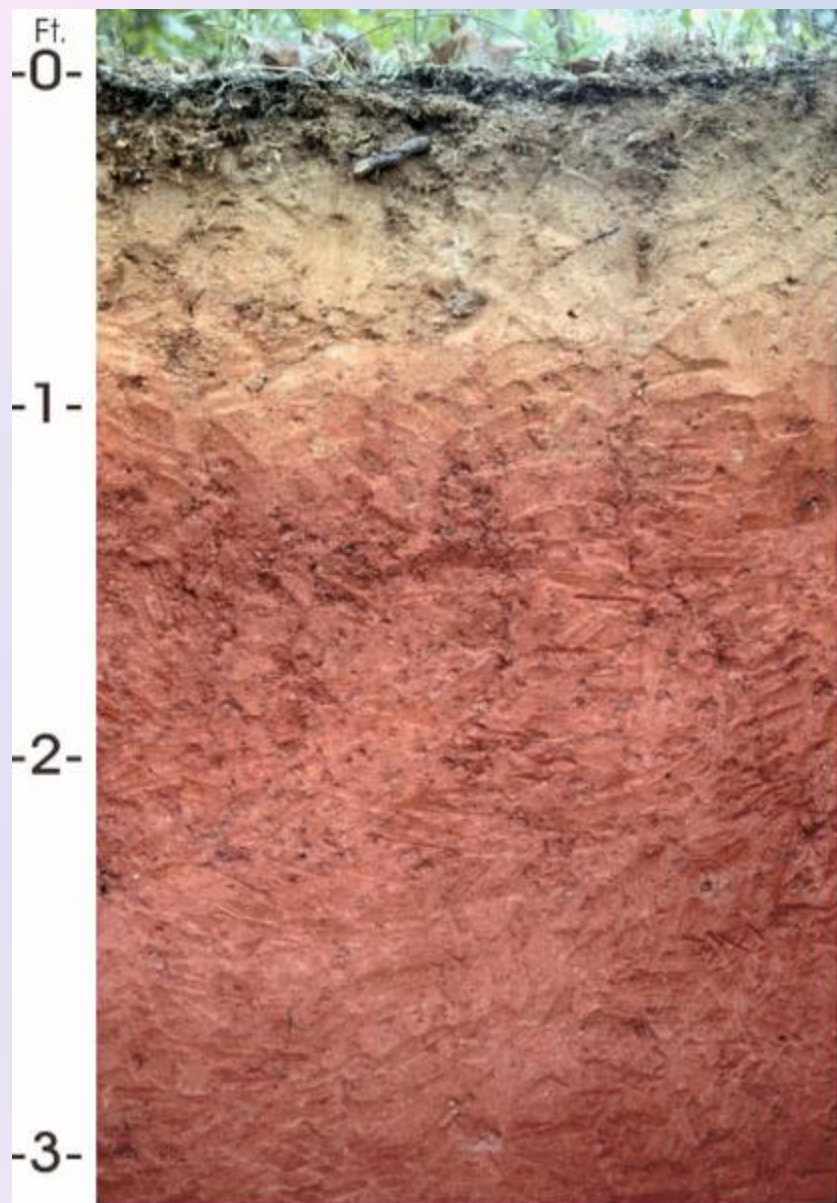
The breakdown products, after chemical weathering of rock and sediment minerals and the leaching out of the more soluble parts, when combined with decaying organic material, is called **soil**. The mineral content of the soil is determined by the parent material, thus a soil derived from a single rock type can often be deficient in one or more minerals for good fertility, while a soil weathered from a mix of rock types (as in glacial, aeolian or alluvial sediments) often makes a more fertile soil.



Definizione e caratteristiche del suolo



1. **Lettiera** = formata dall'accumulo dei residui vegetali ed animali sulla superficie del suolo stesso.
2. **Orizzonte A** che si può suddividere in due ulteriori orizzonti detti **A1 (F)** ed **A2 (H)**. Il primo è lo strato in cui i residui della lettiera hanno subito modifiche chimiche e fisiche, ad opera dei microrganismi e della pedofauna, anche se sono ancora distinguibili unità cellulari dei tessuti di partenza; è caratterizzato da un'intensa attività microbica da cui la sigla "**F**" = **fermentazione**. Il secondo orizzonte è quello in cui i residui sono completamente scomparsi ed al loro posto si nota la presenza di sostanza organica di neosintesi umificata (**H = Humus**), rimescolata con i minerali secondari prevalenti, a sviluppare uno strato di micro/macro aggregati. Quei nutrienti che non sono immobilizzati in componenti biologiche, unitamente a particelle organiche ed argillose, sono lisciviati via, e questo è il motivo per cui tale orizzonte è detto **eluviale**.
3. Gli **orizzonti B1 e B2** sono quelli ove la frazione organica va progressivamente riducendosi ed il costituente principale è dato dai minerali secondari. Nell'orizzonte B2 le sostanze eluviate superiormente si depositano, alcune delle quali precipitando sottoforma di sali insolubili (**orizzonte illuviale**)
4. **Orizzonte C** è costituito dai soli minerali secondari
5. **Roccia madre**, che è il substrato pedogenetico di partenza dal quale ha avuto origine lo sviluppo del suolo.





Color is an important physical characteristic of the soil. It is used to differentiate among various soil horizons, to estimate soil organic matter, and to determine soil drainage. In the Munsell Color System, there are three parts that describe color: **hue**, **value**, and **chroma**.

Il **sistema Munsell dei colori** o più semplicemente **sistema Munsell** è uno spazio dei colori usato come standard internazionale per definire i colori in base a tre coordinate dimensionali: tonalità (*Hue*), luminosità (*Value* o *Lightness*) e saturazione (*Chroma*). Venne creato da Albert Henry Munsell all'inizio del XX secolo e adottato negli anni trenta dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America come sistema di colori ufficiale per le ricerche sul suolo.

http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_Munsell_dei_colori

Erosione

Erosion is the **displacement of solids** (soil, mud, rock and other particles) by the agents of wind, water or ice, by downward or down-slope movement in response to **gravity**.

Erosion is an intrinsic natural process but in many places **it is increased by human land use**. Poor land use practices include deforestation, overgrazing, unmanaged construction activity and road or trail building. However, improved land use practices can limit erosion, using techniques like terrace-building and tree planting.

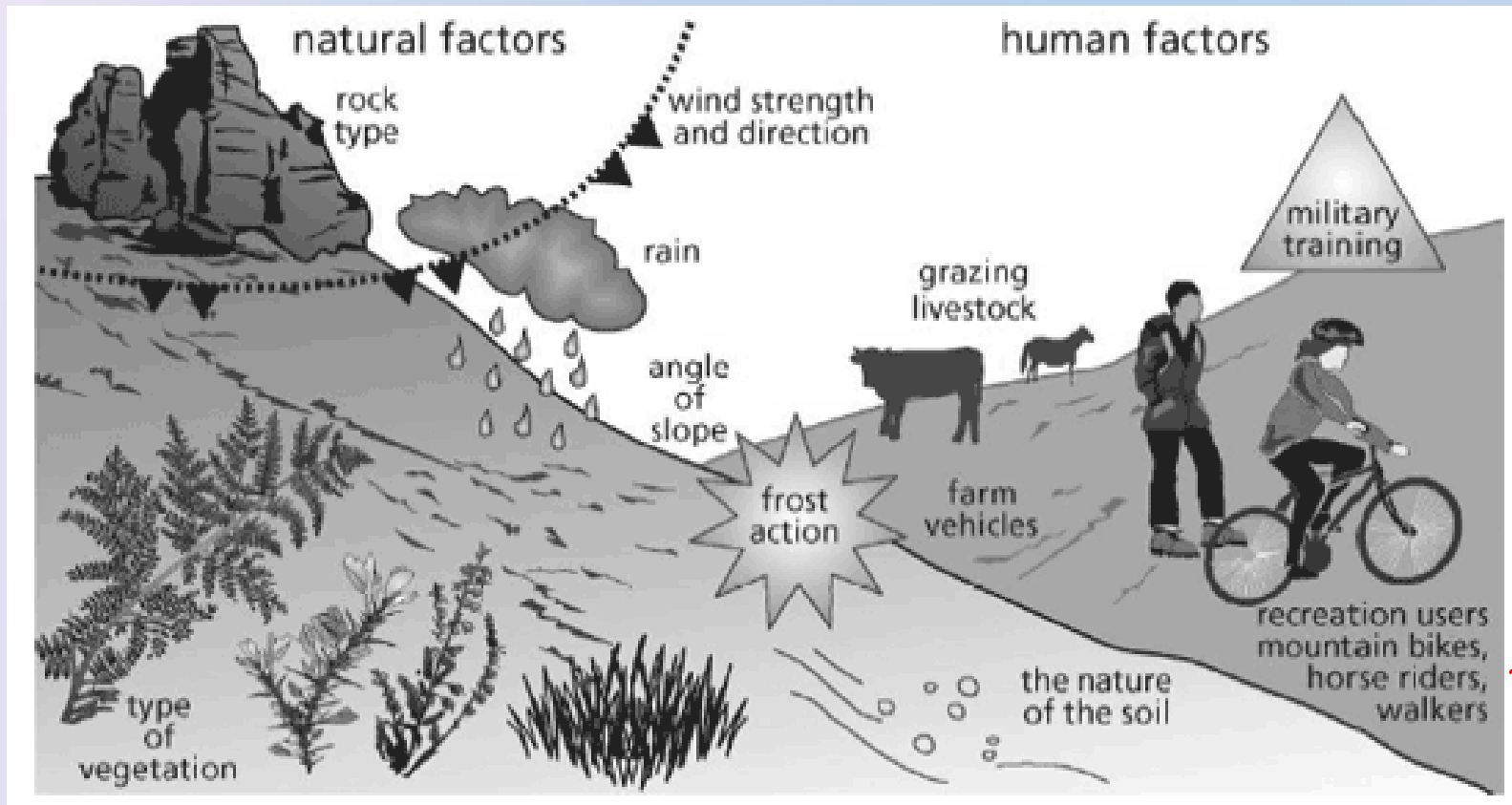


Severe soil erosion in a wheat field near Washington State University, USA

Effetti dell'erosione – Frane superficiali

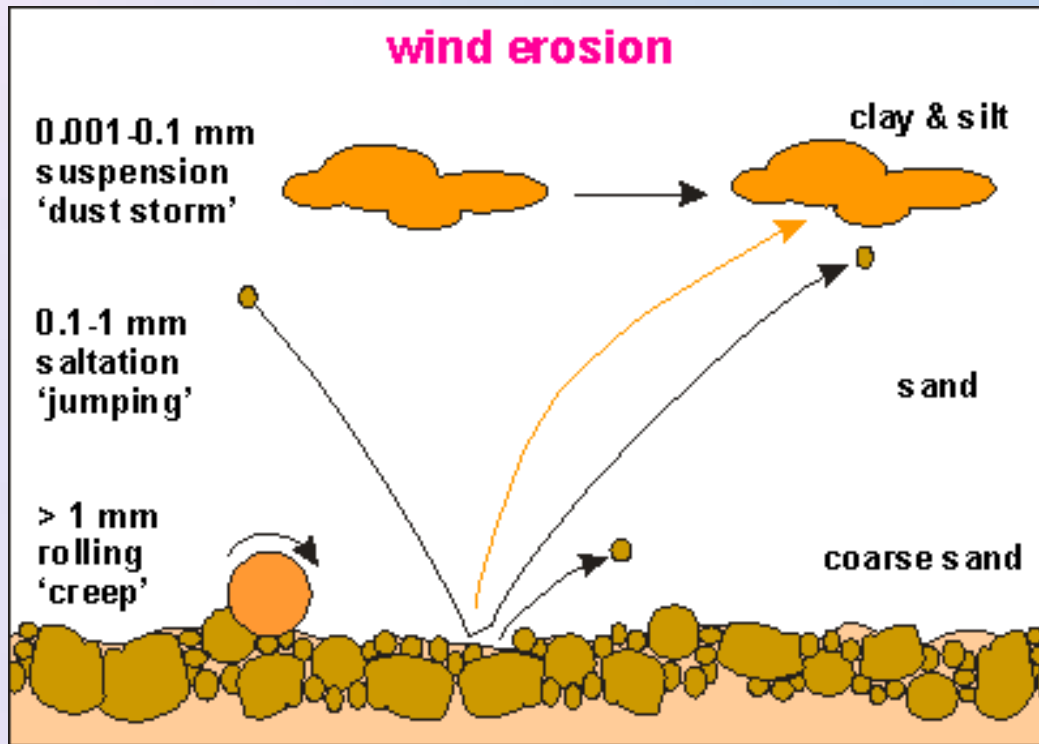


Fattori che determinano l'erosione del terreno



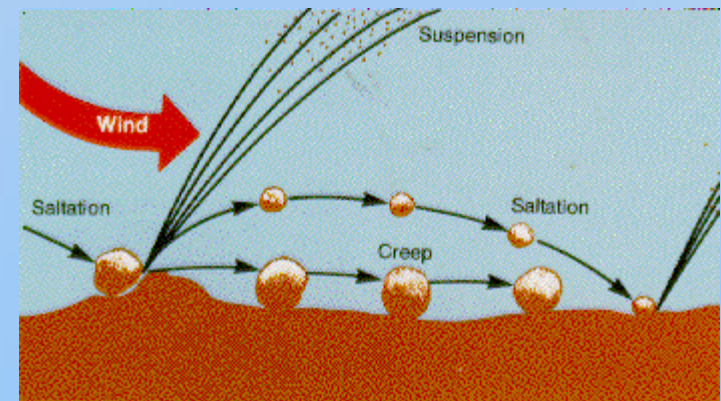
In questo schema manca l'attività antropica relativa all'edilizia e alle vie di comunicazione

Erosione del vento



Wind can be effective agent of erosion anywhere that it is strong enough to act.

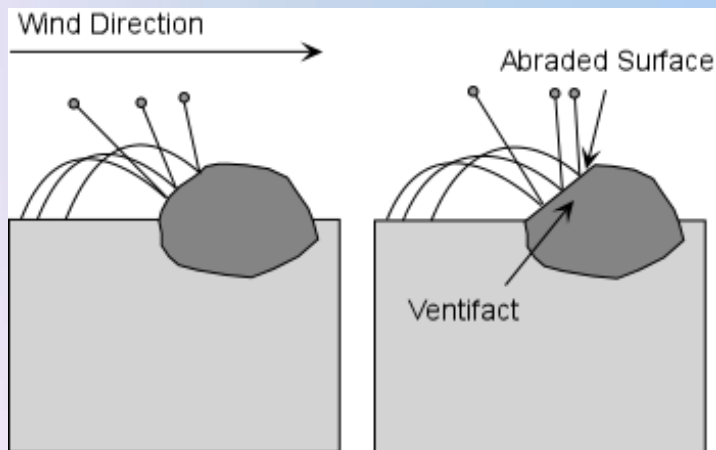
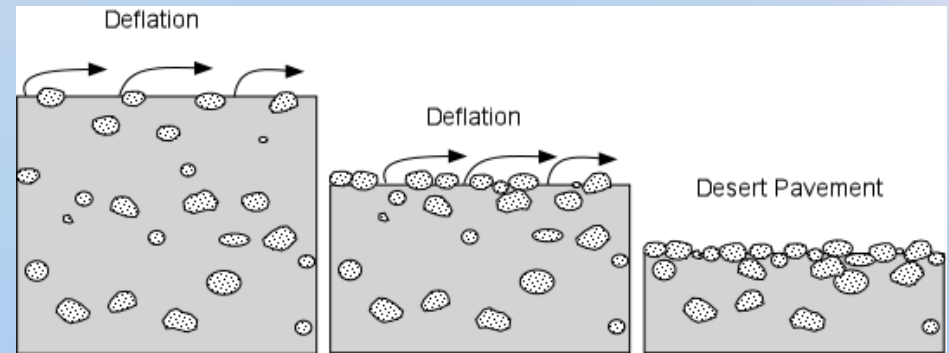
Wind can erode by **deflation** and **abrasion**.



Fine particles are moved easily (but not when wet) and when they are as small as clay and silt, they become **airborne**, reluctant to settle out again, even though air is 800 times lighter than water. Sand particles between 0.1 and 1 mm move by saltating (**jumping**) over the ground, like a sheet. Heavier particles move by **rolling**.

Deflazione

Deflation is the lowering of the land surface due to removal of fine-grained particles by the wind. Deflation concentrates the coarser grained particles at the surface, eventually resulting in a surface composed only of the coarser grained fragments that cannot be transported by the wind. Such a surface is called desert pavement.



Abrasione

Ventifacts are any bedrock surface or stone that has been abraded or shaped by wind-blown sediment in a process similar to sand blasting.



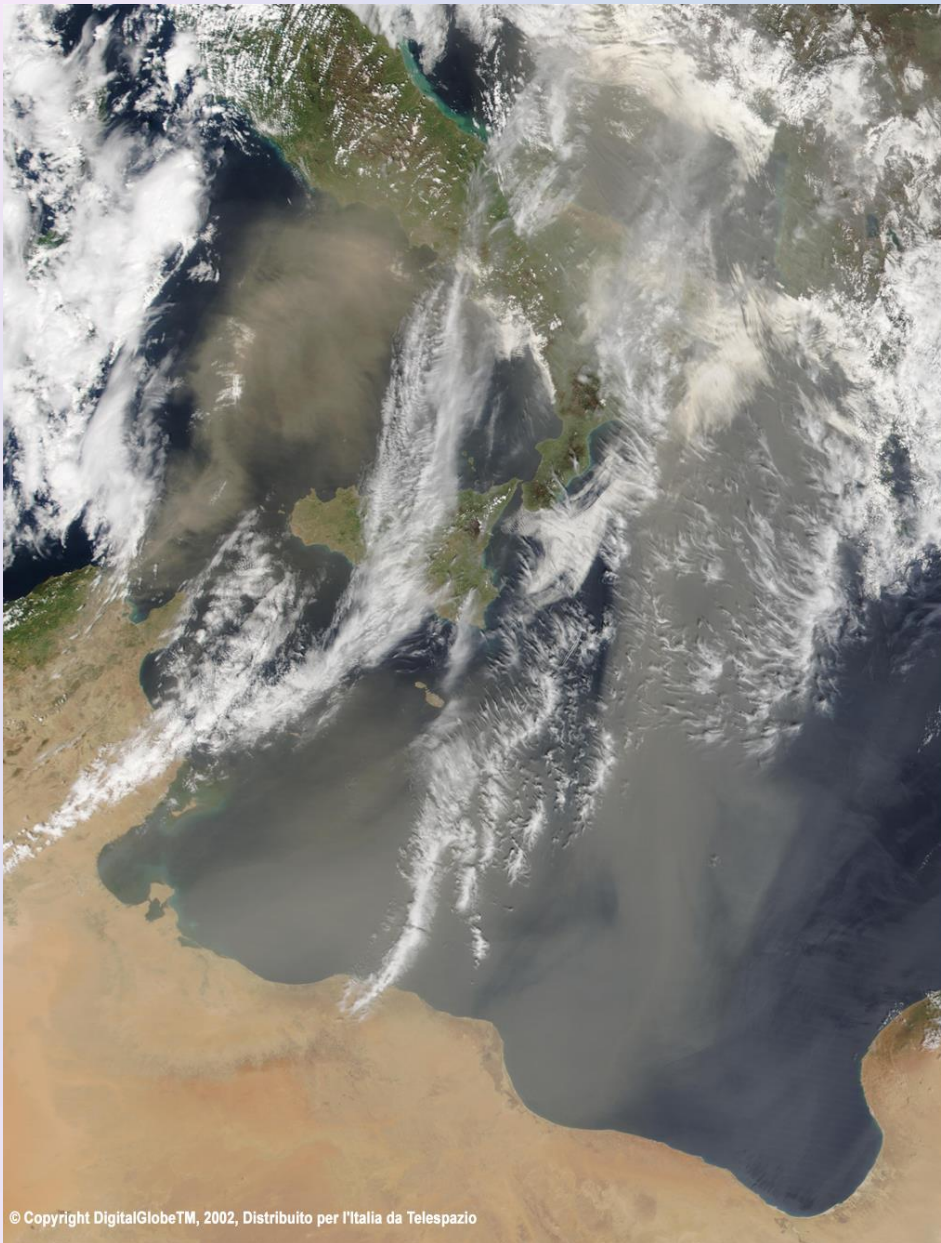
Polvere sollevata dal vento nel deserto

Elementi di Geologia - Scienze e tecnologie
per i Beni Culturali - Maria Chiara Turrini -
Università degli Studi di Ferrara

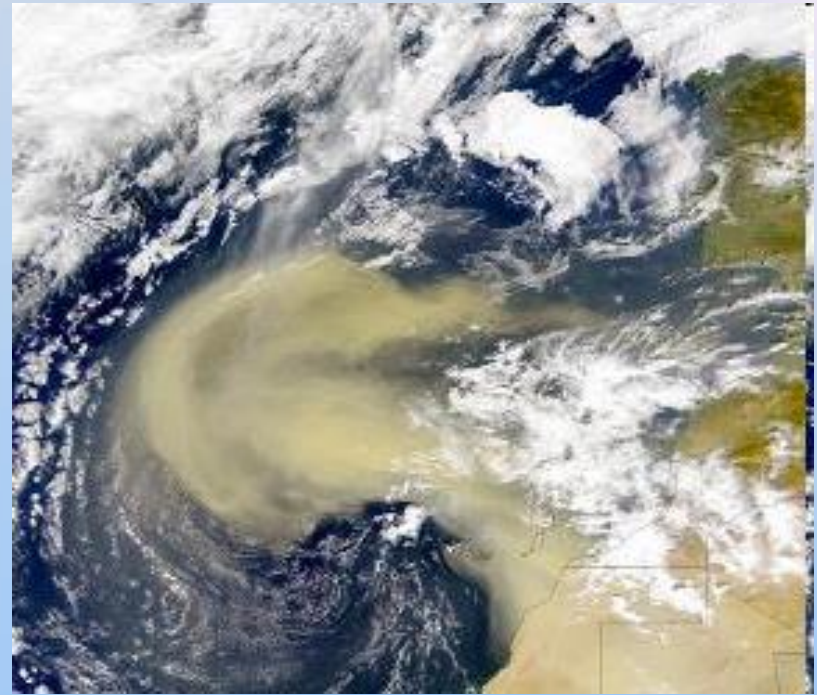


Tempesta di sabbia





© Copyright DigitalGlobe™, 2002, Distribuito per l'Italia da Telespazio



Tempesta di sabbia vista da satellite

<http://www.youtube.com/watch?v=95tmYmeHf84>

Broken Hill Dust Storm Australia

<http://www.youtube.com/watch?v=8vQMuwRjl6s>

Driving into AZ Haboob Dust Storm HD

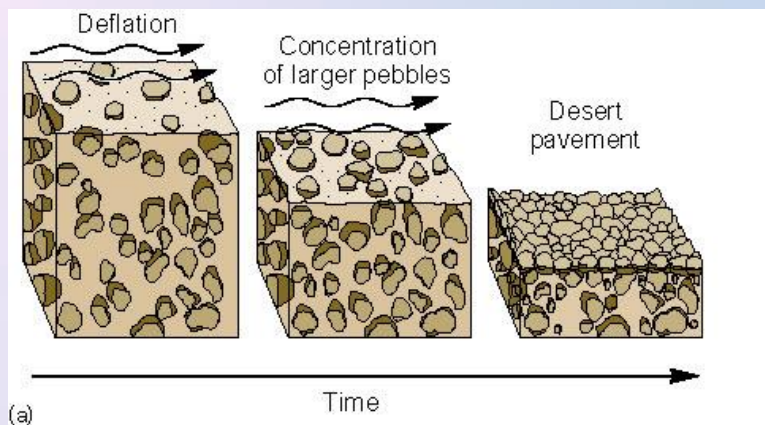
Deflazione



Terreno denudato dall'azione del vento



Il terreno fissato dalle radici delle piante è protetto contro l'erosione del vento



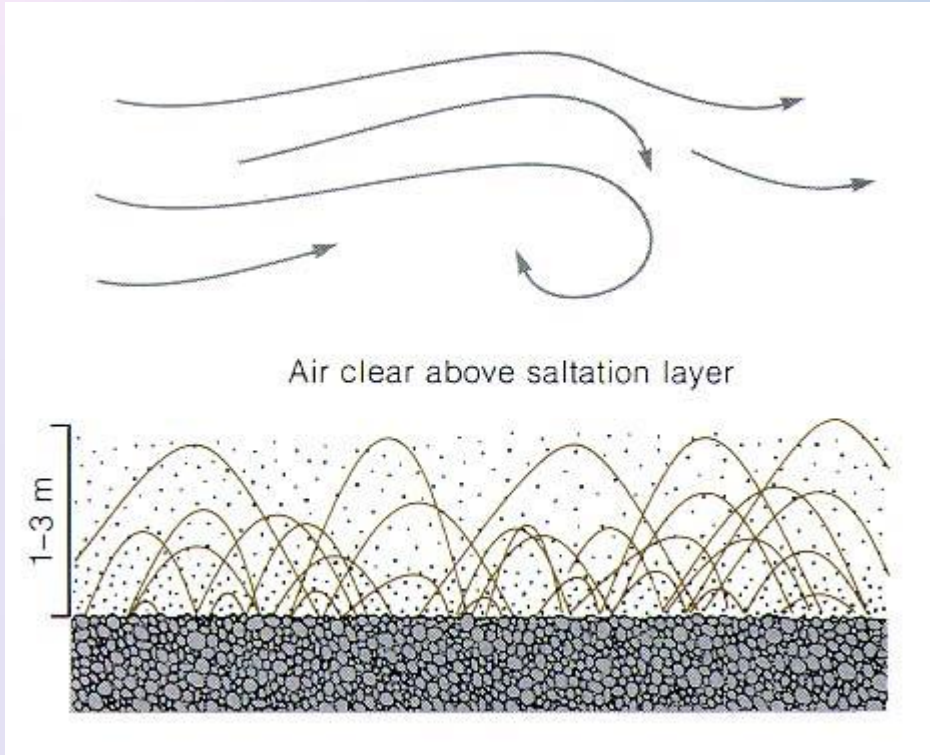
L'azione erosiva del vento lascia un terreno denudato, dove restano solo le particelle che il vento non è in grado di spostare
(**pavimentazione**)





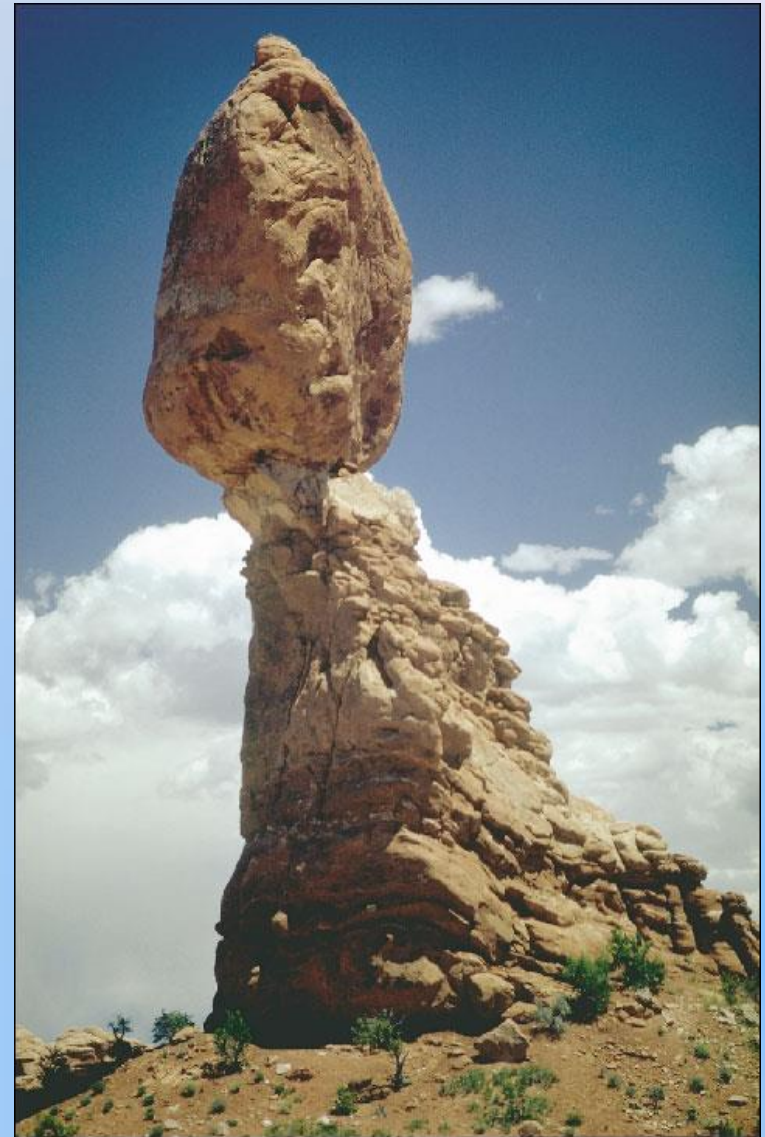
Erg è il deserto sabbioso
Reg è il deserto pietroso

Abrasione



Abrasion is typically

- < 3 meters above ground (limit of sand bouncing height)
- affected by rock hardness, wind velocity, wind constancy

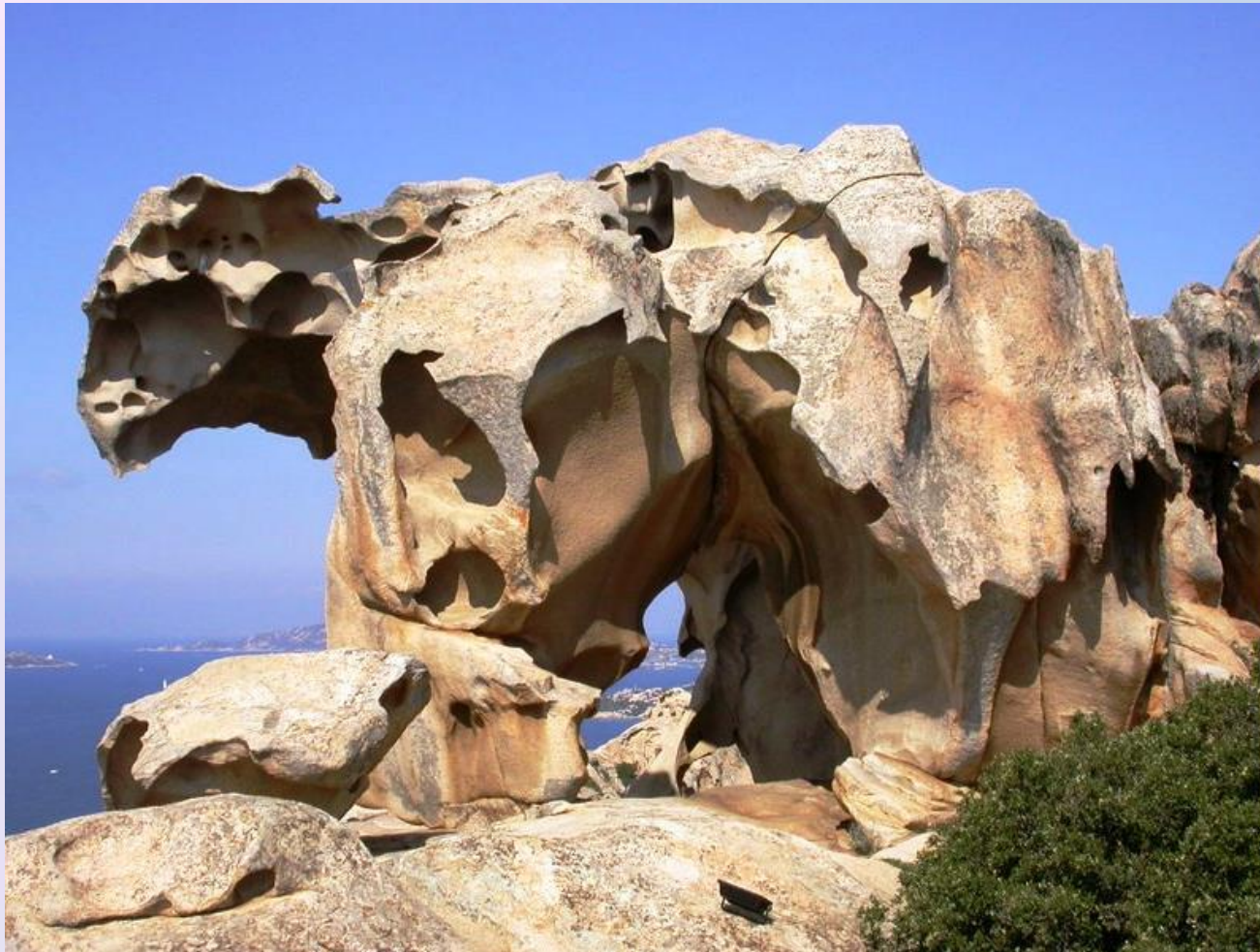




Rocce levigate e modellate dall'azione delle particelle prese in carico dal vento.

Ventifacts are rocks that have been abraded, grooved, or polished by wind driven sand. These geomorphic features are most typically found in arid environments where there is little vegetation to interfere with eolian particle transport, where there are frequently strong winds, and where there is a steady but not overwhelming supply of sand.





*La roccia dell'orso, Palau
(Sardegna)*

In presenza di umidità atmosferica e rocce che contengono feldispati, non è da escludere anche l'azione dell'idrolisi (formazione di minerali argillosi) nella formazione delle sculture di roccia.

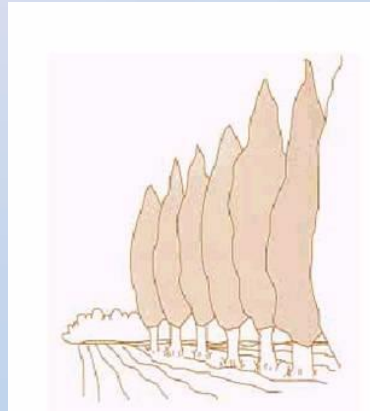
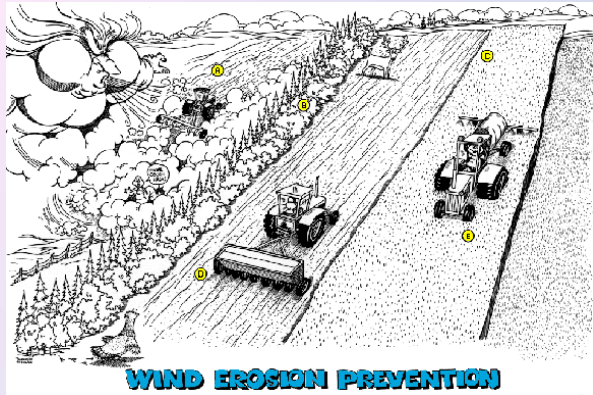


Fig. 1 Deposition of debris near the Agora.



Fig. 2 The abrasion zone on the columns of the Great Colonnade.

L'azione del vento si esplica anche sui manufatti



Il metodo più efficace per contrastare l'azione del vento è quello di piantare filari di alberi che hanno lo scopo di interrompere il percorso del vento e quindi diminuirne la velocità. Barriere frangivento.



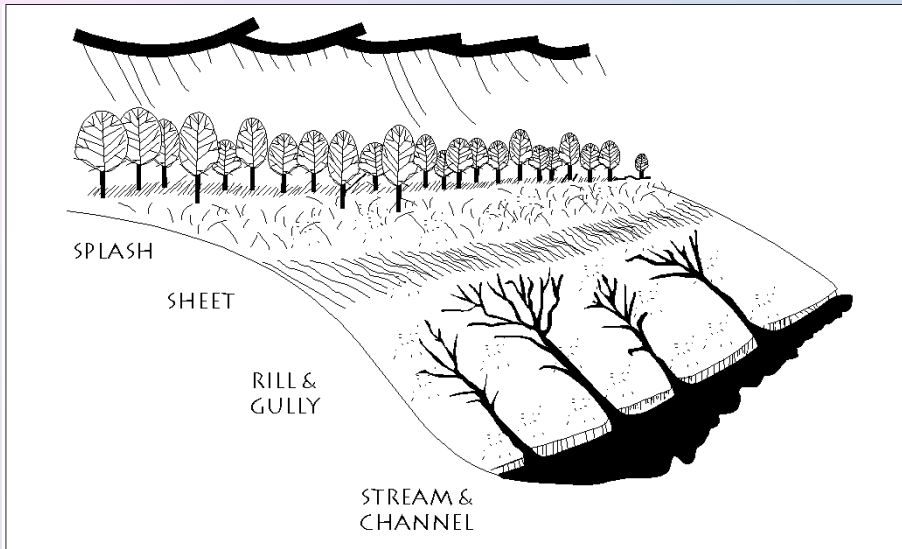
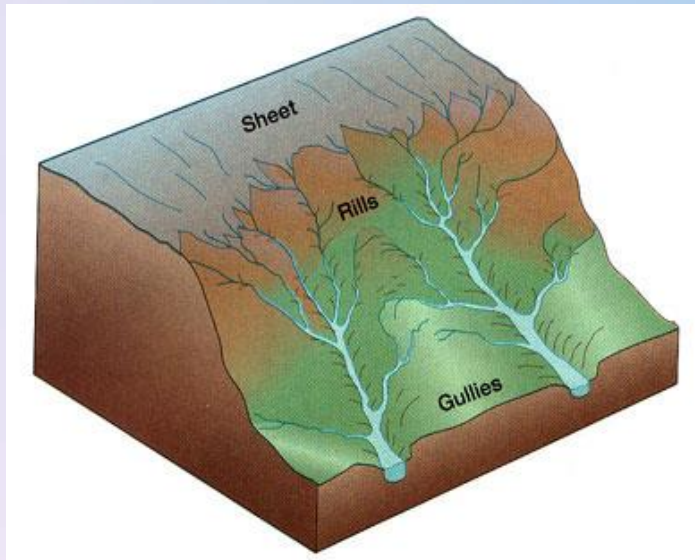


Figure 1. Four types of soil erosion on an exposed slope. (Source: Ref. 33)

Azione erosiva dell'acqua

- 1 erosione dovuta all'impatto delle gocce
- 2 erosione laminare
- 3 erosione lineare (rivoli e solchi)
- 4 erosione torrentizia



splash erosion (erosione della pioggia battente):

consiste nell'azione meccanica esercitata sul terreno soprattutto dalle grandi gocce e dalla pioggia intensa

sheet erosion (erosione areale o laminare):

azione legata al ruscellamento diffuso, ossia quando le acque piovane scorrono in lamine su ampie aree

rill erosion (erosione a rivoli):

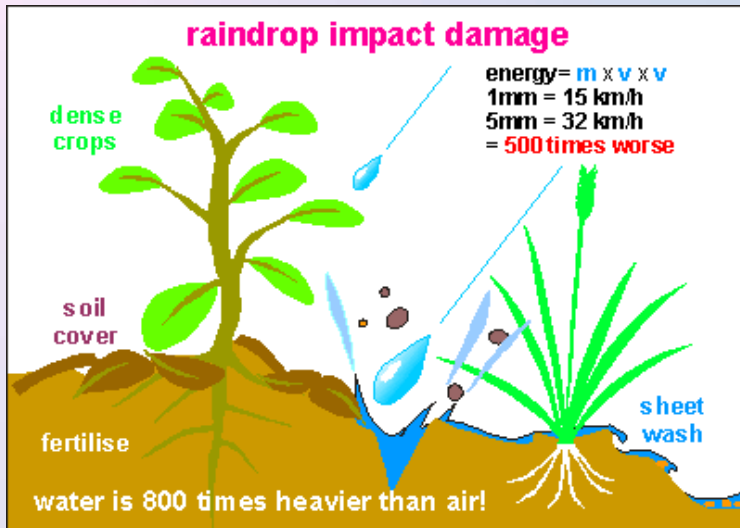
quando ha inizio una concentrazione delle acque in piccole depressioni (**rivoli**) che interessano solamente la parte più superficiale del terreno (pochi centimetri di profondità)

gully erosion (erosione a solchi):

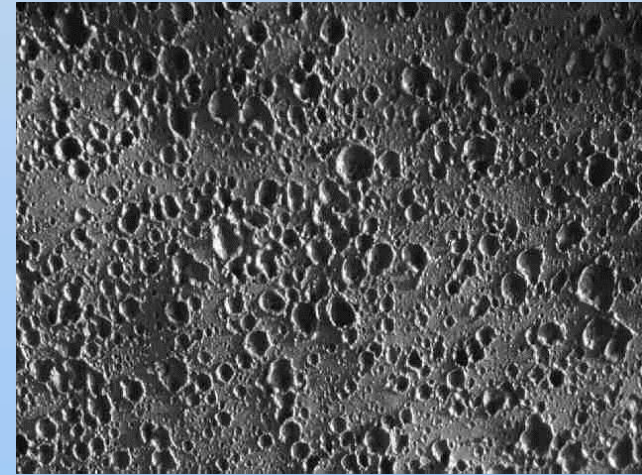
quando i rivoli si approfondiscono per una forte concentrazione del flusso superficiale, si passa ai fossi o solchi di erosione (l'evoluzione più spinta e più diffusa di queste forme porta all'origine dei **calanchi**)

sheet flood (inondazione a coltre o a lamina):

quando l'intensità della pioggia dà luogo ad un velo d'acqua di forte spessore che scorre ad alta velocità



Rain-splash erosion occurs when raindrops fall on unprotected ground. The impact on the soil splashes away soil particles and digs a crater.

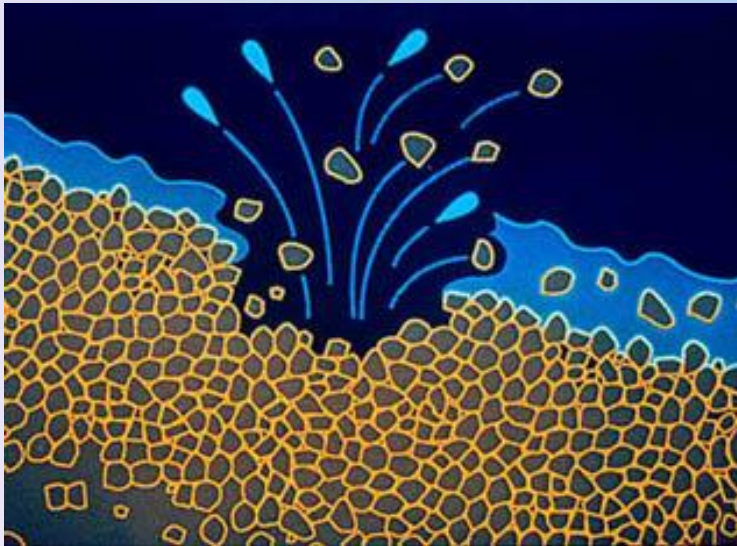
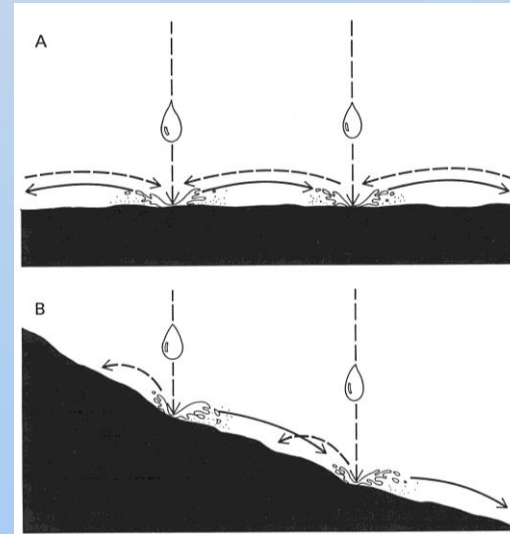


Water and soil splashed following a single raindrop impact

Rain is undoubtedly the largest cause of erosion. Water is about 800 times heavier than air, half to one third the weight of rock and about equal in weight to loose topsoil. When it flows, it can move loose substances with ease. Surprisingly, rain's most damaging moment is when a water drop hits the ground.



Diffuse overland flow. Note the raindrop impacts



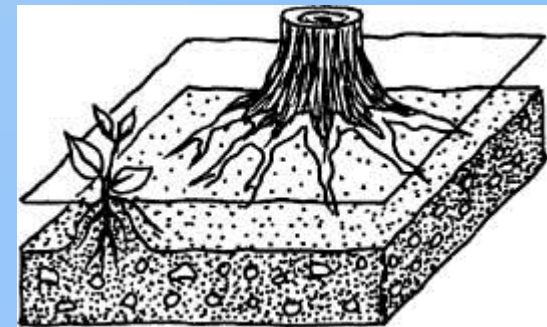
Quando una grossa goccia di pioggia arriva sulla superficie del suolo bagnato, produce un piccolo cratere. Le particelle di argilla e di silt vengono proiettate verso l'alto, producendo un disturbo sulla superficie del suolo. Se esiste una lamina di acqua che scorre, le particelle spostate dalla goccia di pioggia vengono portate via dalla zona dell'impatto, producendo così l'erosione laminare.



Sheet erosion occurs when thin layers of the topsoil are moved by the force of the runoff water, leaving the surface **uniformly eroded**.



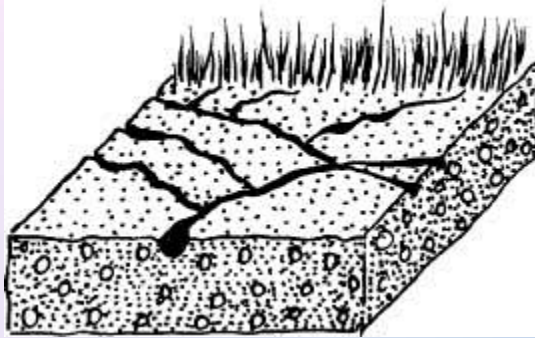
Sheet erosion is the **uniform removal of soil in thin layers by the forces of raindrops and overland flow**. It can be a very effective erosive process because it can cover large areas of sloping land and go unnoticed for quite some time.





Si ha erosione laminare quando la quantità d'acqua che cade sotto forma di pioggia è superiore alla quantità d'acqua che infila nel terreno.

Nelle immagini l'erosione laminare ha portato via i semi lasciando il terreno completamente senza protezione.



Rill erosion can occur on steep land or on land that slopes more gently. Because there are always irregularities in a field, water finds hollows in which to settle and low-lying channels through which to run. As the soil from these channels is washed away, channels or miniature dongas are formed in the field.

Rill erosion is caused by runoff water when it creates small, linear depressions in the soil surface. These are easily removed during land tillage.



Rill erosion is the removal of soil by concentrated water running through little streamlets, or headcuts. Detachment in a rill occurs if the sediment in the flow is below the amount the load can transport and if the flow exceeds the soil's resistance to detachment. As detachment continues or flow increases, rills will become wider and deeper.



Rivoli

Solchi

Corso d'acqua

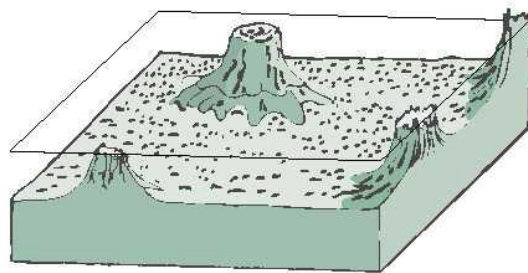
Gully erosion

Unlike rill erosion, gullies are too deep to be removed during normal cultivation with ordinary farm implements. They are formed from small depressions, which concentrate water and enlarge until several join to form a channel. The deepening channel undermines the head wall, which **retreats upslope**. The gully then widens as the side-walls are worn back.

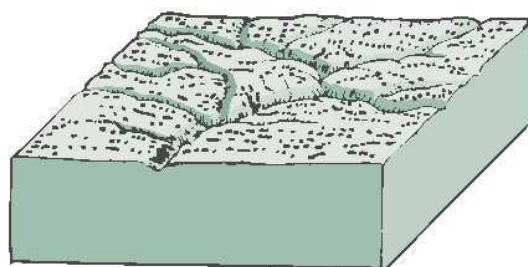


Gully erosion usually occurs near the bottom of slopes and is caused by the removal of soil and soft rock as a result of concentrated runoff that forms a deep channel or gully. On steep land, there is often the danger of gullies forming. Water running downhill cuts a channel deep into the soil and where there is a sudden fall, a gully head forms at the lower end of the channel and gradually works **its way back uphill**.

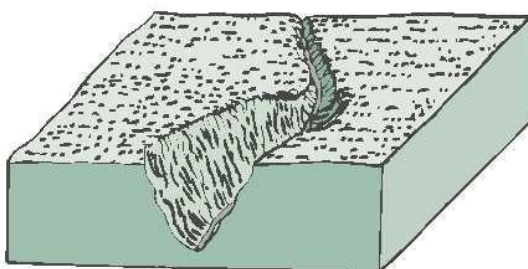
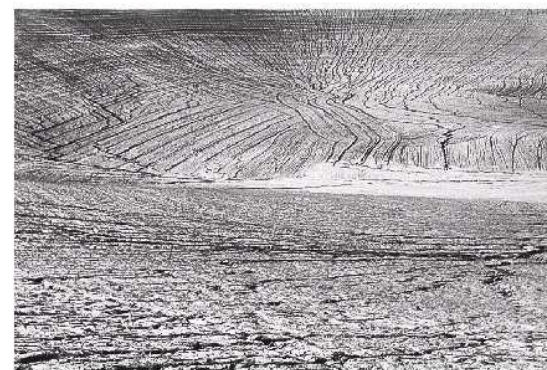




(a) Sheet erosion



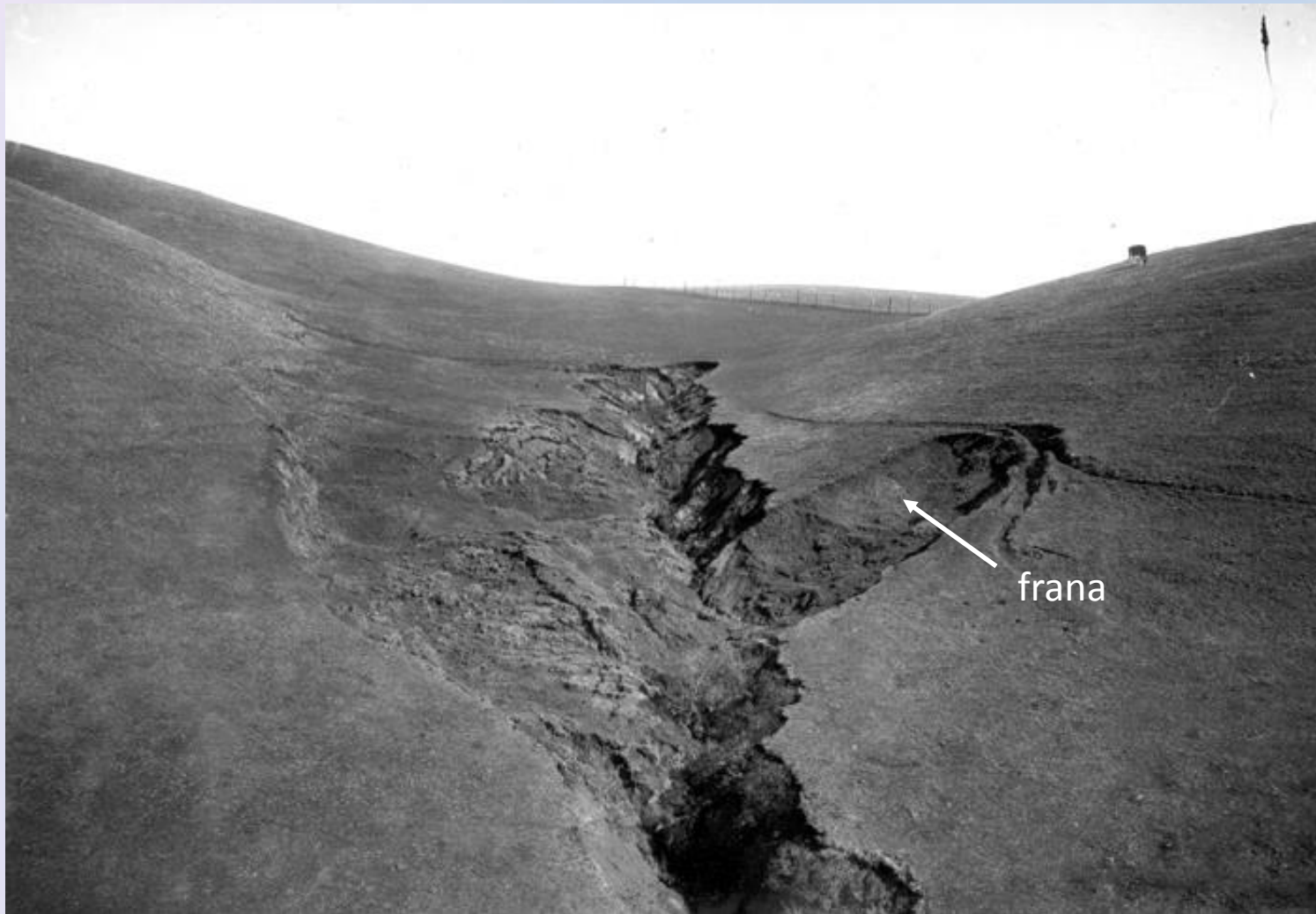
(b) Rill erosion



(c) Gully erosion



Erosione retrogressiva



Gully developing headward by sapping and modified by slipping. A characteristic landslip hollow at right



Erosione retrogressiva

Active headward erosion on right, with inactive, largely infilled older examples to left

Headward erosion is a fluvial process of erosion that lengthens a stream, a valley or a gully at its head and also enlarges its drainage basin. The stream erodes away at the rock and soil at its headwaters in the opposite direction that it flows.

Fattori del **dilavamento**:

1. natura del terreno (suoli o roccia);
2. fattori morfologici (pendenza, forma e lunghezza dei versanti);
3. fattori climatici (i climi con regimi di piogge incostanti favoriscono il dilavamento);
4. presenza di copertura vegetale (protegge il suolo);
5. fattori antropici (disboscamento e pratiche agricole; in questi casi può innescarsi l'erosione accelerata).

DILAVAMENTO. - È l'azione di erosione che le acque di pioggia esercitano sulle zone inclinate della superficie terrestre. Durante le piogge i pendii sono percorsi da una fitta rete di rivoletti, che seguono la superficie di maggiore inclinazione e la erodono lentamente per azione chimica, per azione meccanica dipendente dallo sfregamento, per spappolamento dei materiali già decomposti e modificati dalle azioni fisico-chimiche. Il dilavamento dà luogo a forme del terreno diverse secondo la costituzione litologica del suolo e il suo rivestimento vegetale





Evoluzione dell'erosione da laminare a lineare concentrata (rivoli e solchi) fino alla formazione dei **calanchi** o crete (Bad Lands)



Sistemi di prevenzione dell'erosione laminare e concentrata

Vegetation cover

The loss of protective vegetation through overgrazing, ploughing and fire makes soil vulnerable to being swept away by wind and water. Plants provide protective cover on the land and prevent soil erosion for the following reasons:

- Plants slow down water as it flows over the land and this allows much of the rain to soak into the ground.
- Plant roots hold the soil in position and prevent it from being blown or washed away.
- Plants break the impact of a raindrop before it hits the soil, reducing the soil's ability to be eroded.
- Plants in wetlands and on the banks of rivers are important as they slow down the flow of the water and their roots bind the soil, preventing erosion.

Land use (agricoltura)

Grass is the best natural soil protector against soil erosion because of its relatively dense cover. Small grains, such as wheat, offer considerable obstruction to surface wash. Row crops such as maize and potatoes offer little cover during the early growth stage and thereby encourage erosion. Fallowed areas, where no crop is grown and all the residue has been incorporated into the soil, are most subject to erosion.

Organic material

Organic material is the "glue" that binds the soil particles together and plays an important part in preventing soil erosion. Organic matter is the main source of energy for soil organisms, both plant and animal. It also influences the infiltration capacity of the soil, therefore reducing runoff.