

Il paesaggio è modellato da:

**Forze
endogene**

Vulcani
Terremoti

•Vento

•Acqua

Fiume
Mare
Ghiacciaio

Forze esogene

Un ruolo fondamentale è svolto da:

•Variazioni della
temperatura

•Fattori chimici

•Organismi viventi

Fattori esogeni

Degradazione atmosferica o Meteorizzazione (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: 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, e avviene attraverso l'aggressione chimica e/o biologica da parte di agenti chimici/biologici che disgregano le rocce.

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

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

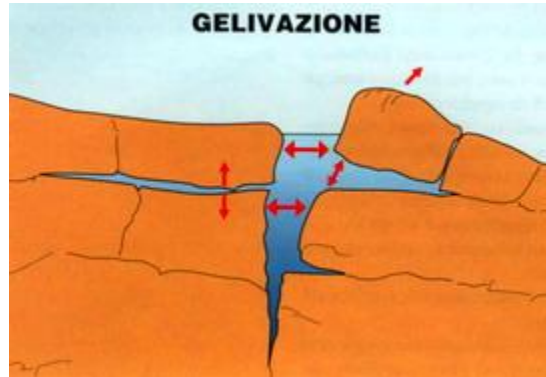
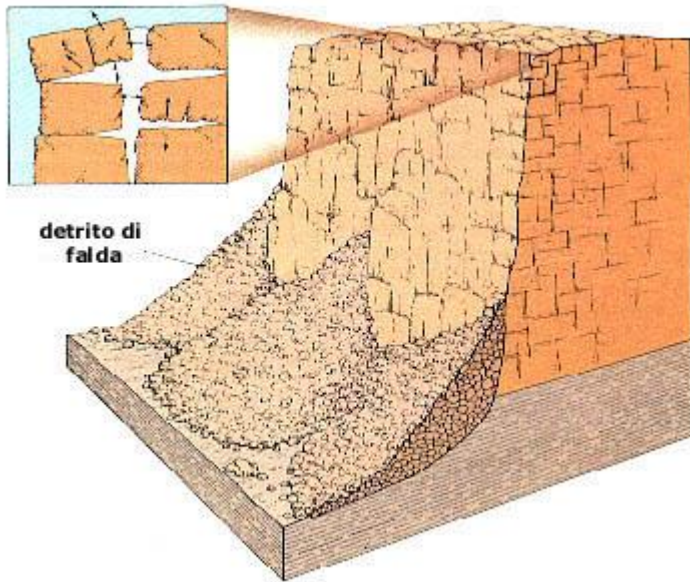
Mechanical weathering is a cause of the disintegration of rocks. Most of the times it produces smaller angular fragments, as compared to chemical weathering. However, **chemical and physical weathering often go hand in hand**. For example, cracks exploited by mechanical weathering will increase the surface 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



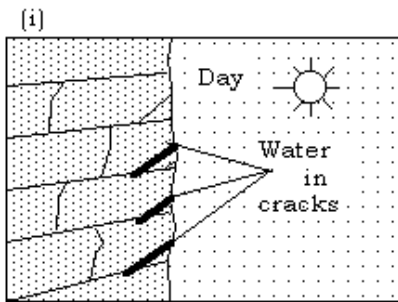
Effetti della variazione di temperatura



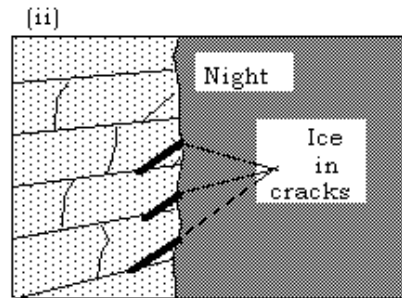
Gelivazione o
crioclastismo

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

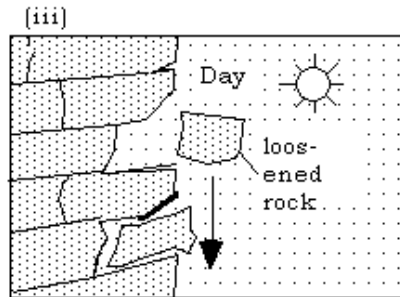
Con il ciclo climatico di gelo-disgelo, la roccia, prima compatta, si disgrega in un detrito ghiaioso con spigoli vivi. Questo processo è tipico delle zone in cui vi sono escursioni termiche attorno agli 0 °C che continuamente inducono cambi di stato fisico all'acqua presente.



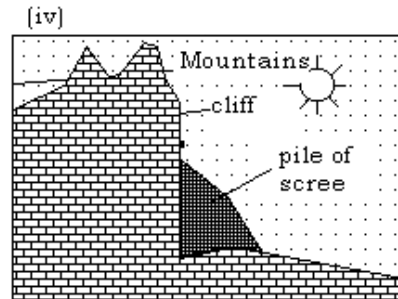
Meltwater runs into cracks in the solid cliff



Meltwater freezes, expands and forces cracks to widen



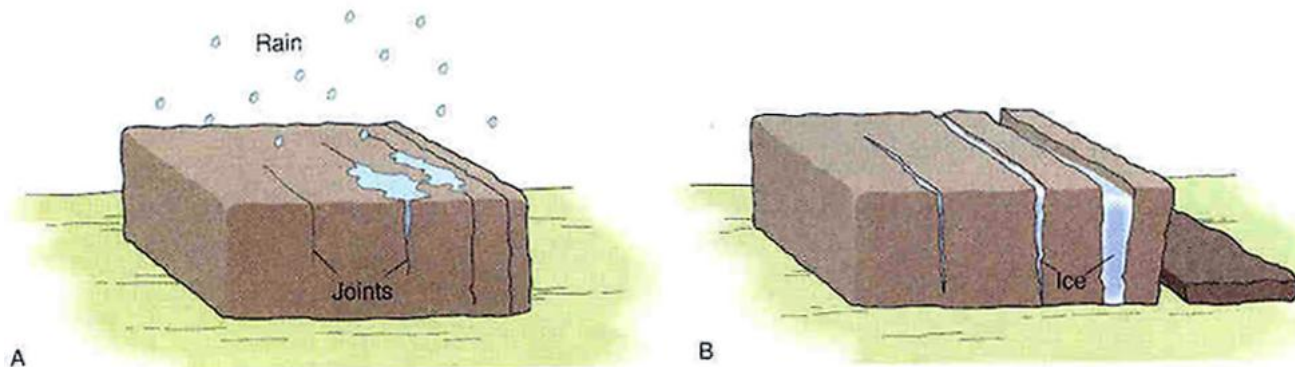
Ice melts again. Loosened blocks fall as scree. Water fills the new crack



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.

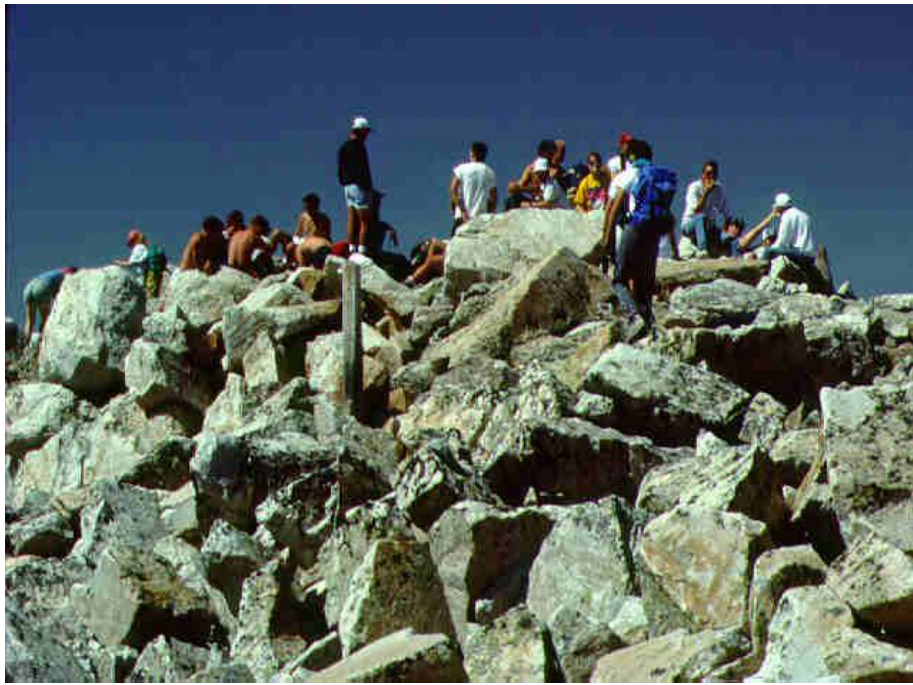
<http://it.wikipedia.org/wiki/Crioclastismo>



Frost Wedging

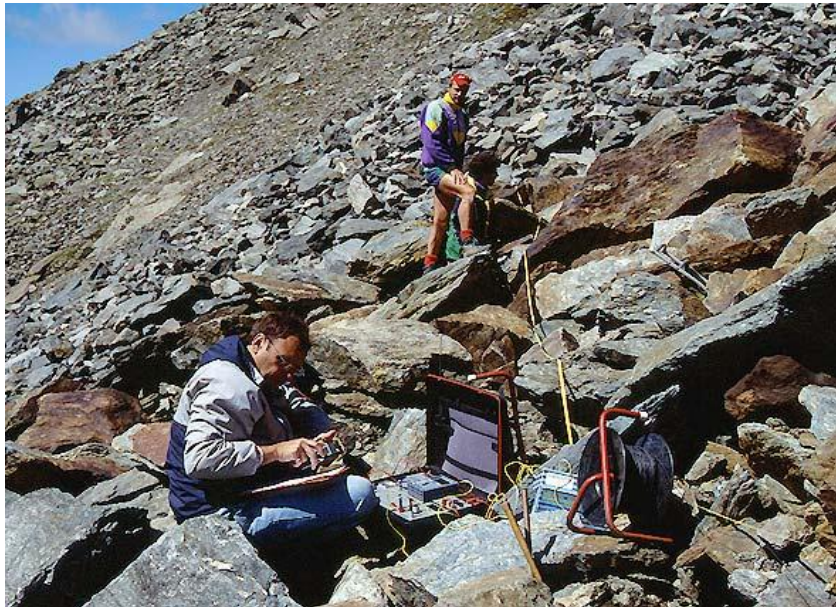
Esempi di degradazione
delle rocce per crioclastismo





Accumulo di grossi blocchi staccatisi dalla roccia madre per crioclastismo

*Rock glacier in Val Fontana
(Valtellina)*



Termoclastismo



Esfoliazione dovuta a termoclastismo

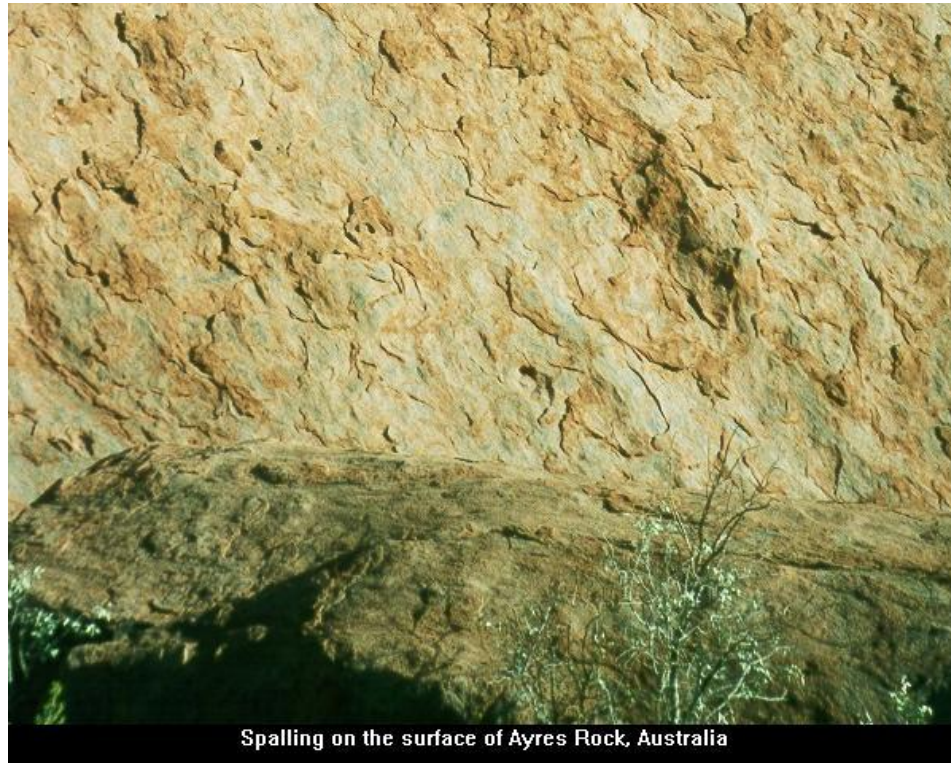


Disgregazione della roccia dovuta alle escursioni termiche a cui è soggetta giornalmente. Attiva soprattutto su rocce a tessitura granulare.

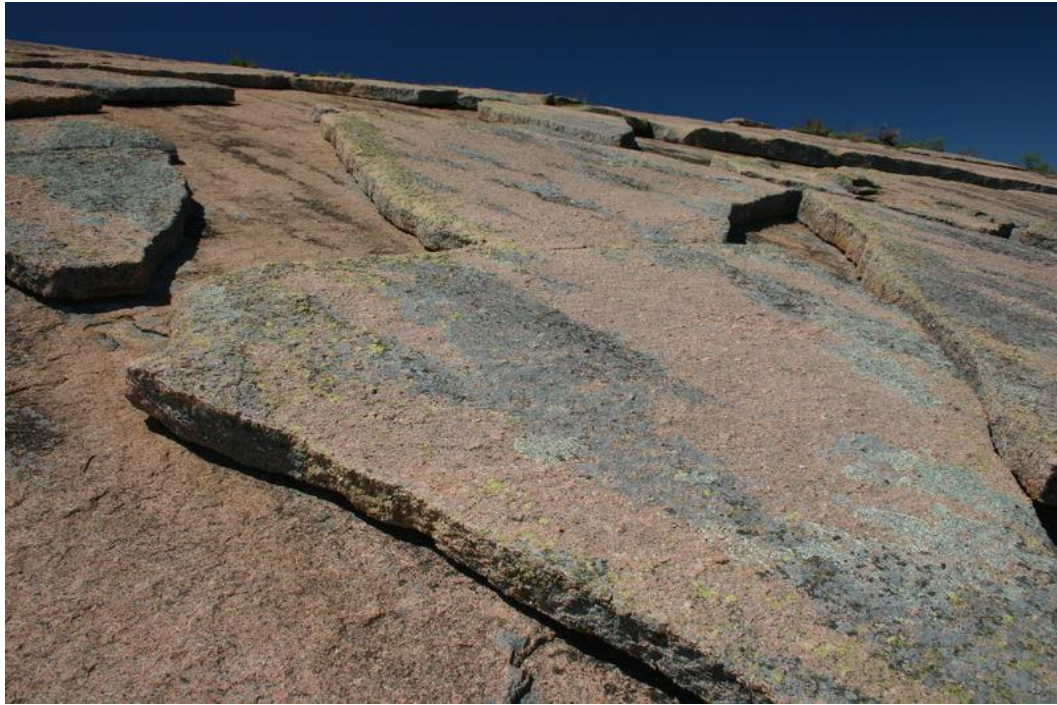
Soprattutto nelle zone aride o desertiche, la temperatura subisce brusche variazioni nell'arco della giornata: di giorno le rocce raggiungono i 60-70 °C, mentre di notte la loro temperatura scende sotto i 0 °C. Questa escursione termica provoca un'alternanza di dilatazioni e di contrazioni che portano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

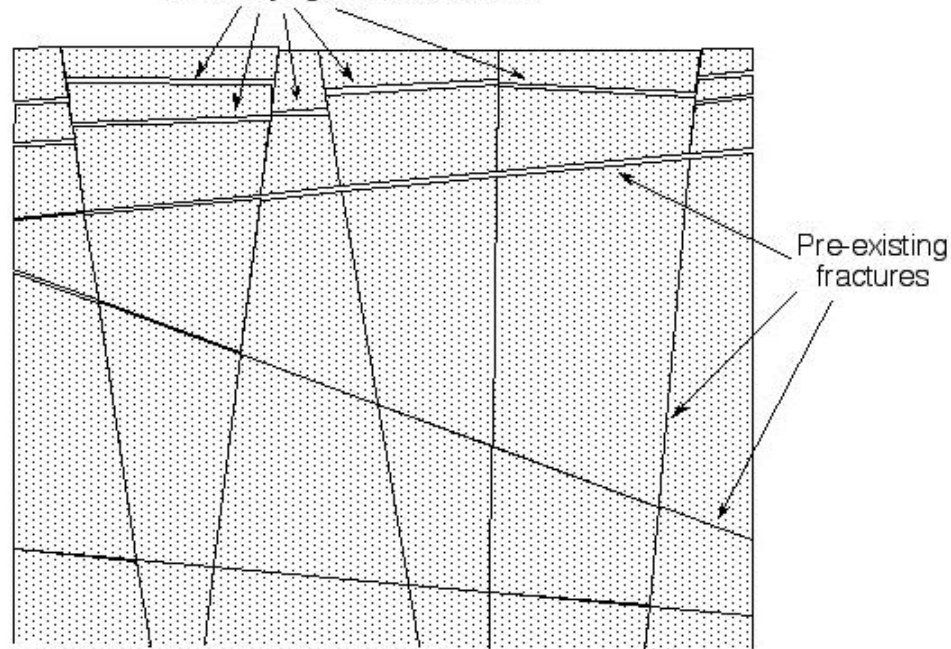
(non è un fenomeno di degradazione legato agli agenti atmosferici. Da non confondersi con l'esfoliazione per termoclastismo)

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.



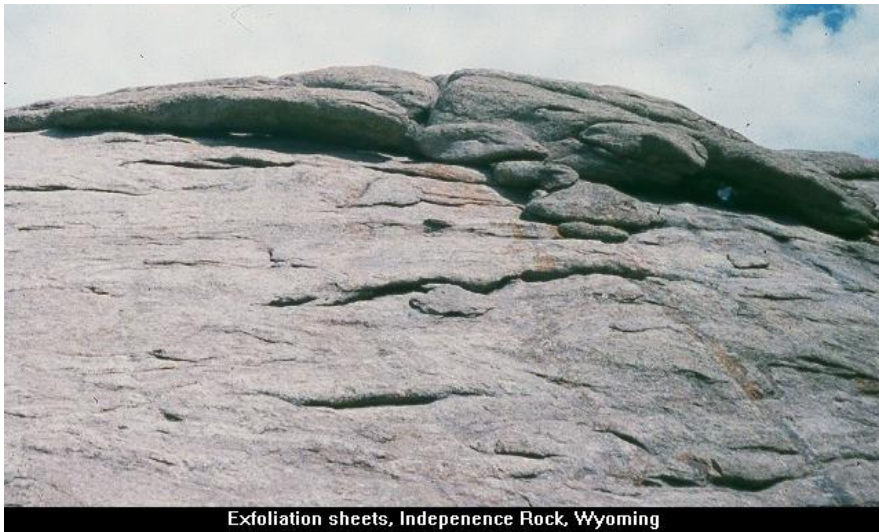
*Glacier-sliced Half Dome,
Yosemite, a classic exfoliated
granite dome*

Le rocce ignee intrusive, per esempio il granito, si formano nella profondit  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

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; s'Archittu – Sardegna



Vaschette di erosione formate per aloclastismo ed arco di roccia; 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.



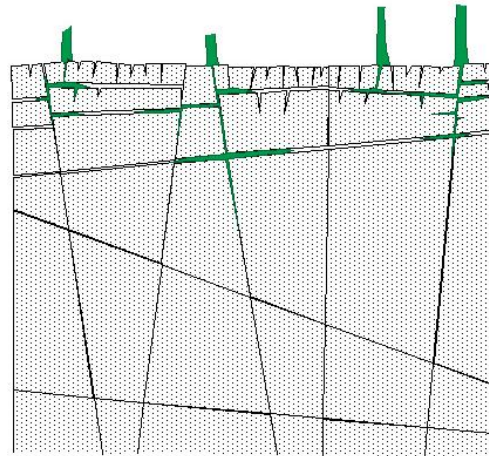
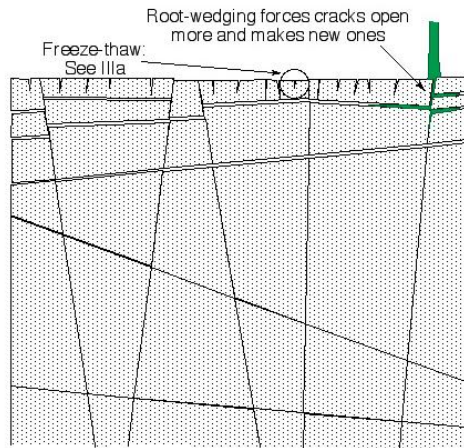
Azione
meccanica
e chimica
dei licheni e
dei muschi



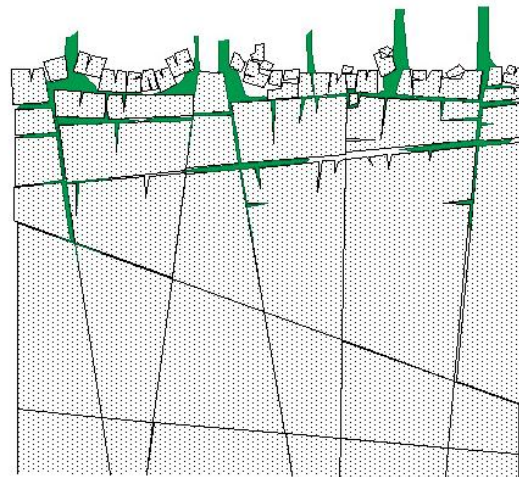
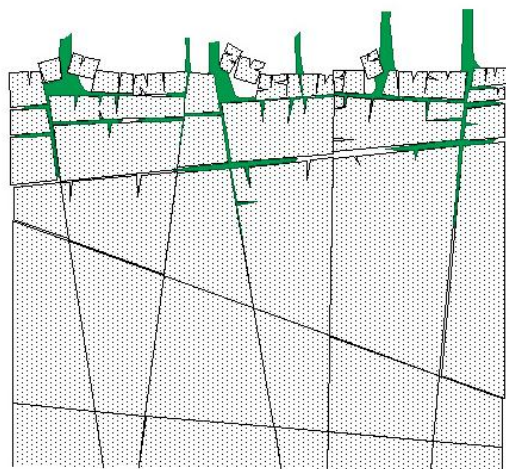
Lichens and mosses grow on essentially bare rock surfaces and create a more humid chemical microenvironment. The attachment of these organisms to the rock surface enhances physical as well as chemical breakdown of the surface microlayer of the rock.

<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* (Fe₂O₃) is formed:



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

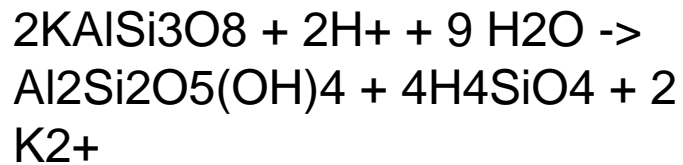
*A freshly broken rock shows differential chemical weathering (probably mostly oxidation) **progressing inward**. This piece of sandstone was found in glacial drift near Angelica, New York*



Hydrolysis

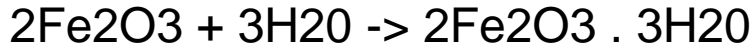
is an exchange reaction involving minerals and water. Free hydrogen (H⁺) and hydroxide (OH)⁻ ions in water are able to replace mineral ions and drive them into solution. As a result, the mineral's atomic structure is changed into a new form.

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



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/geo/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, Mg, K, Na, and Fe 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 .

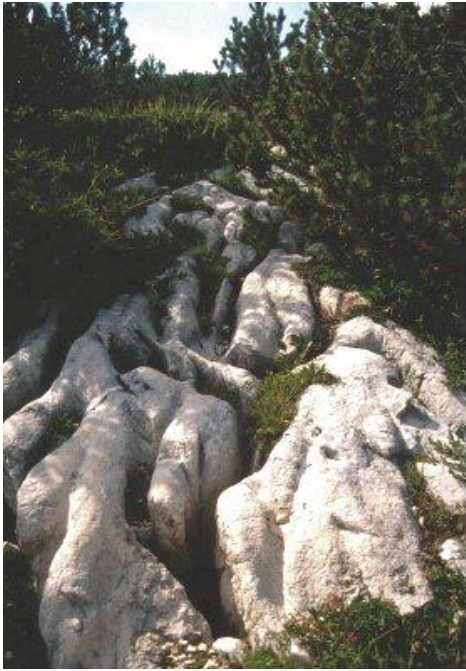
<http://facweb.bhc.edu/academics/science/harwoodr/geog102/study/chmweath.htm> (modificato)

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



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.

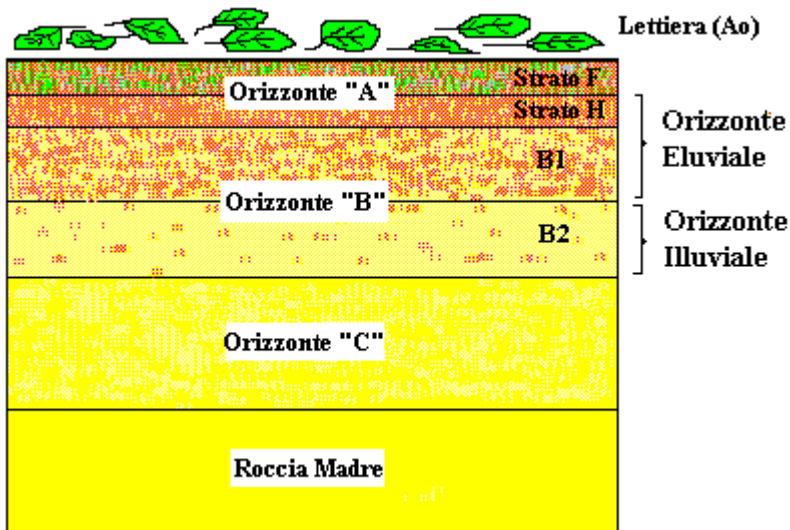
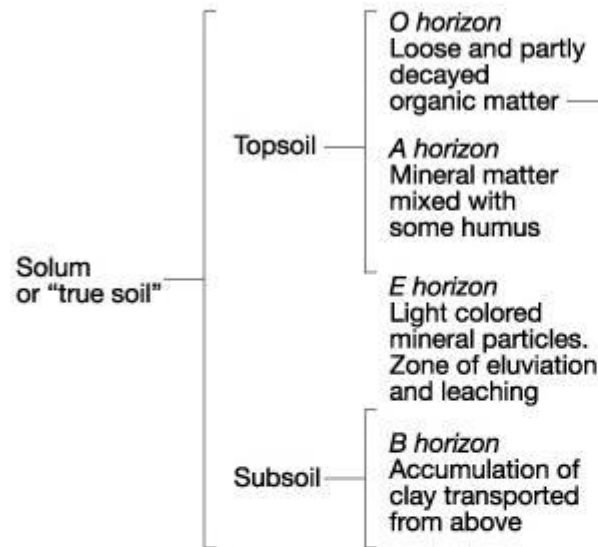
L'intensità e la tipologia dei processi pedogenetici sono determinate dall'interazione di diverse componenti ambientali: **la roccia madre, la morfologia e il clima dell'area, gli organismi viventi (incluso l'uomo) e il trascorrere del tempo**; tali componenti vengono chiamate fattori pedogenetici e,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

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

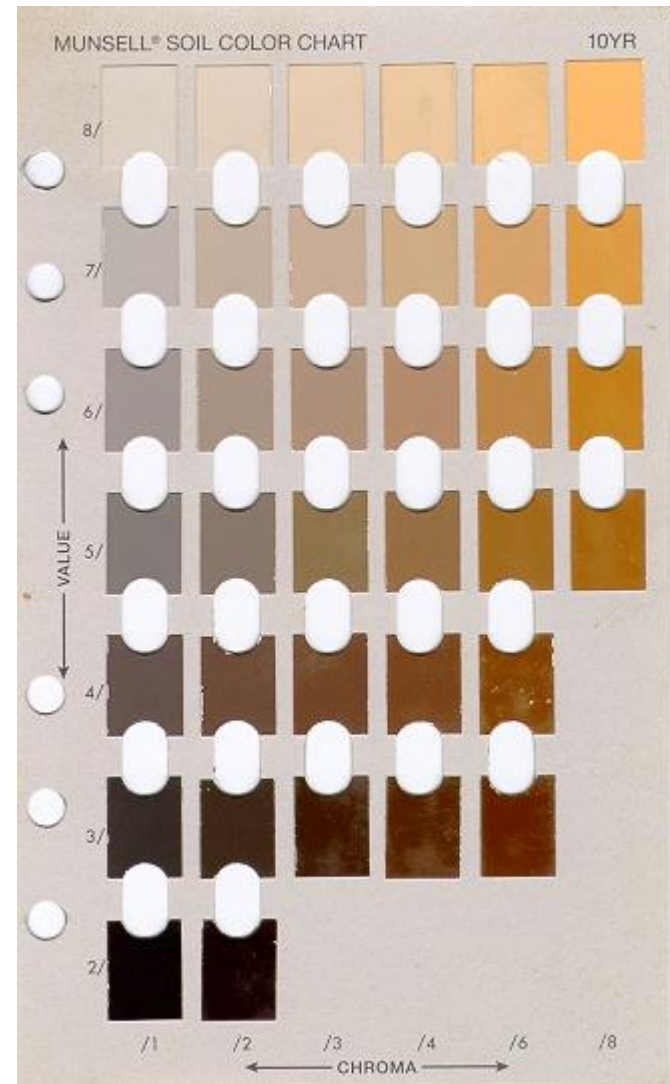
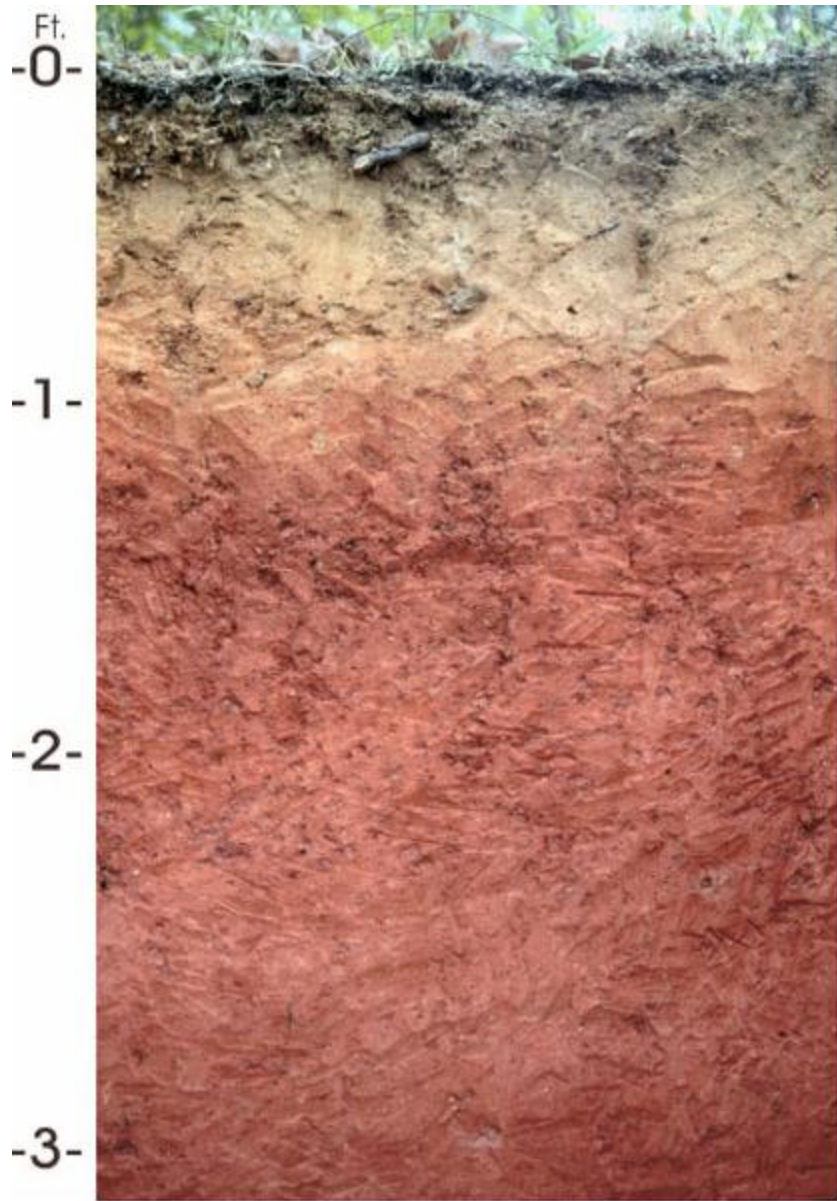
The breakdown products, after chemical weathering of rock and sediment minerals and the leaching out of the more soluble parts, when combined with decaying organic material, is called **soil**. The mineral content of the soil is determined by the parent material, thus a soil derived from a single rock 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** = 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