

INTEMPERISMO

Cecilia I. Caballero Miranda

*Clase Ciencias de la Tierra
Fac. Ciencias - U NAM*

METEORIZACIÓN Ó INTEMPERISMO (Weathering)

Es la descomposición, desgaste, desintegración y destrucción de las rocas,
como respuesta a su exposición a los agentes de la intemperie (ej. agua, aire, variaciones de temperatura, acción de organismos).

- 1. Puede ser fundamentalmente mecánico o físico**
(desintegración de la roca en trozos cada vez más pequeños)
- 2. O bién dominantemente químico** (descomposición de los componentes originales de la roca a otros diferentes)

Aunque los procesos de ambos tipos se analizan por separado, en la naturaleza usualmente actúan conjuntamente.

FRAGMENTACIÓN MECÁNICA

se produce por uno o una combinación de las siguientes causas y procesos:

- 1.- Presencia de zonas (planos) de debilidad.
- 2.- Expansión provocada por la descompresión.
- 3.- Fragmentación por hielo o gelifracción.
- 4.- Expansión/contracción térmica
- 5.- Fragmentación por crecimiento de minerales.
- 6.- Actividad biológica.

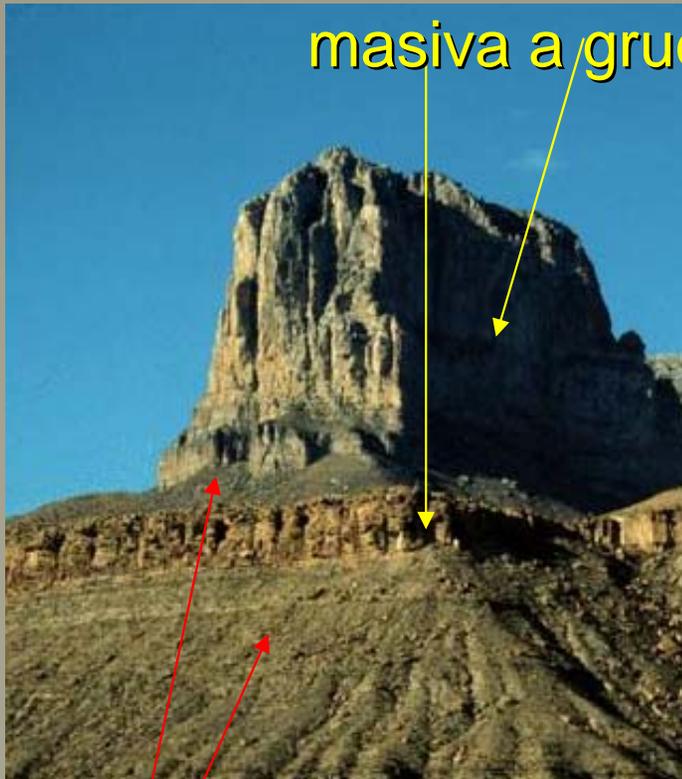
Los agentes erosivos -*viento, hielo glaciar y aguas corrientes*- van retirando más fácilmente los fragmentos que se originan de la fragmentación mecánica. ⇒

1.- Presencia de zonas (planos) de debilidad .

Todas las rocas tienen planos de debilidad como estratificación, diaclasas, foliación, fracturas, etc.

Entre más cercanos se encuentren estos planos entre sí, más favorecerán la desintegración de las rocas

Estratificación masiva a gruesa



Estratificación delgada

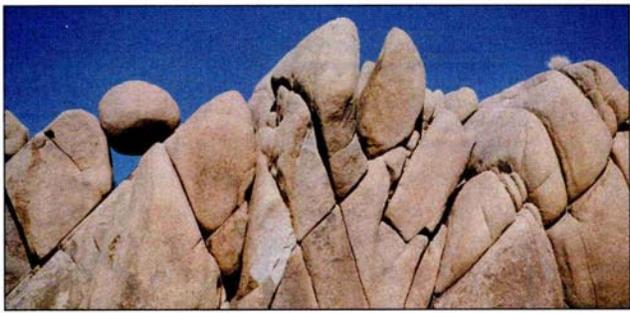
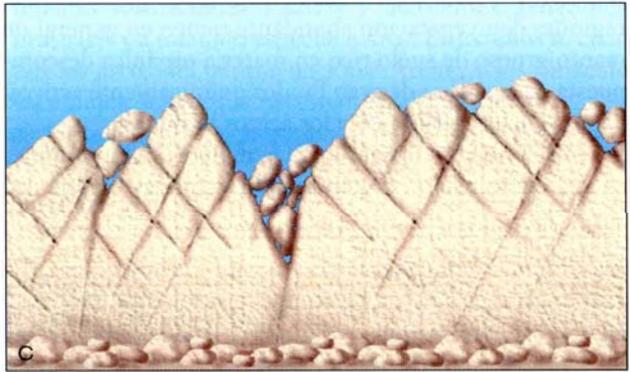
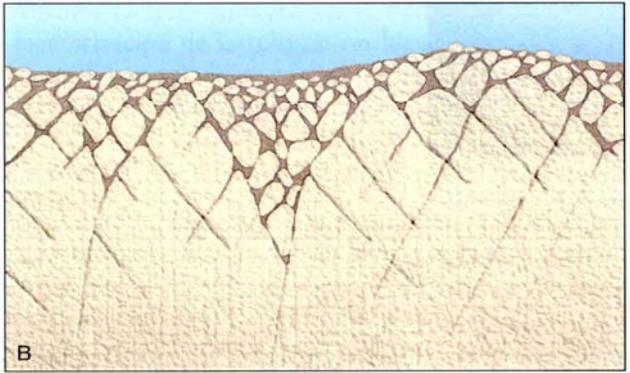
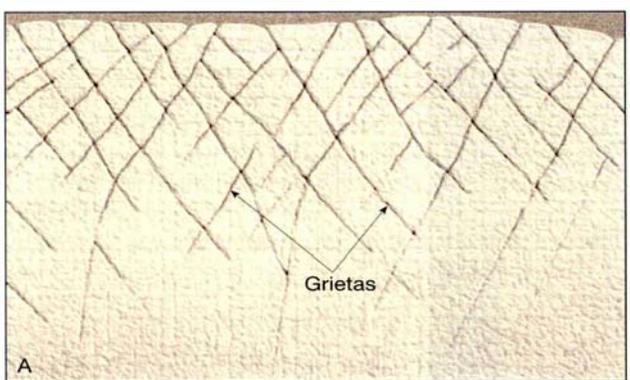


Fracturamiento en rocas intrusivas

2.- Expansión provocada por la descompresión.

La eliminación de una fuente de presión (desaparición de una roca por erosión) provoca el fenómeno de “lajeamiento”, ó exfoliación esferoidal





En la **exfoliación esferoidal**, típica de intrusivos graníticos, el intemperismo es favorecido por las zonas fracturadas, grietas donde el agua penetra y adicionalmente con intemperismo químico, redondea las esquinas de los bordes angulosos, por lo que finalmente los fragmentos adquieren una característica forma redondeada distintiva de este tipo de rocas

3.- Fragmentación por hielo o gelifracción.

El agua congelada se expande ~ 9% al congelarse. Cuando ocurre en un espacio confinado, se ejerce gran presión en las paredes del recipiente, que se rompe .



En las rocas, el proceso de rotura por cuñas de hielo se denomina gelifracción.

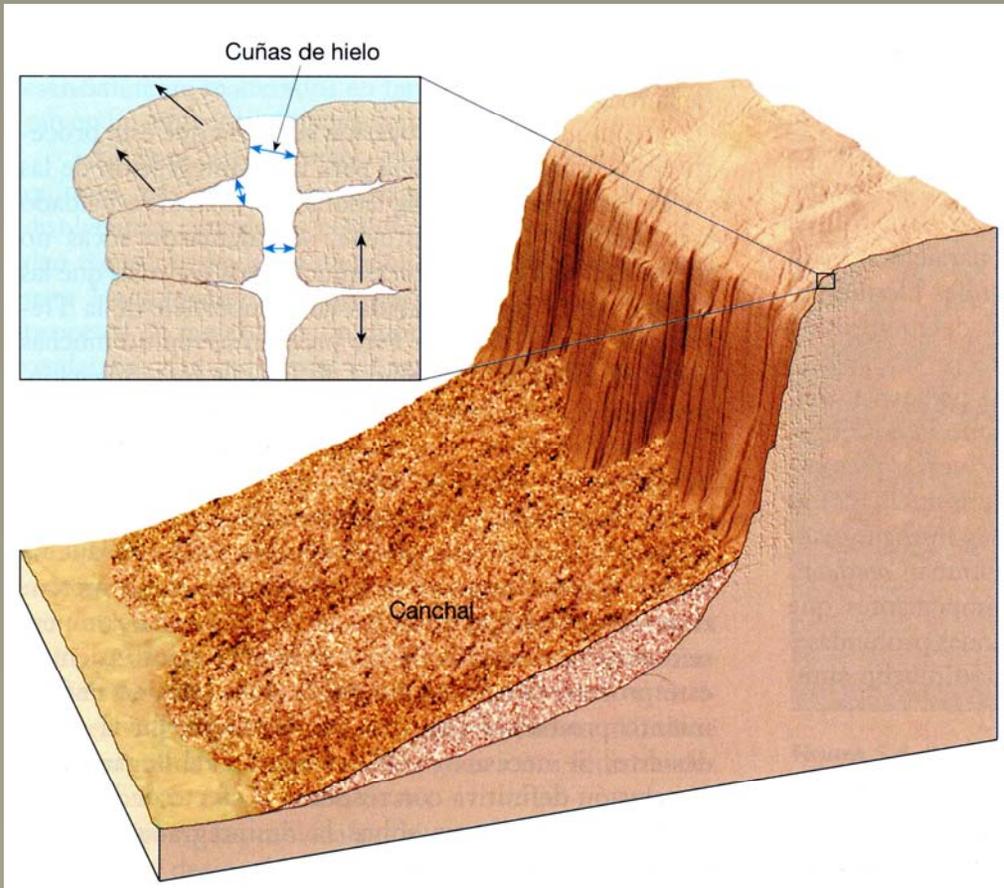
3.- Fragmentación por hielo o gelifracción. Cont.

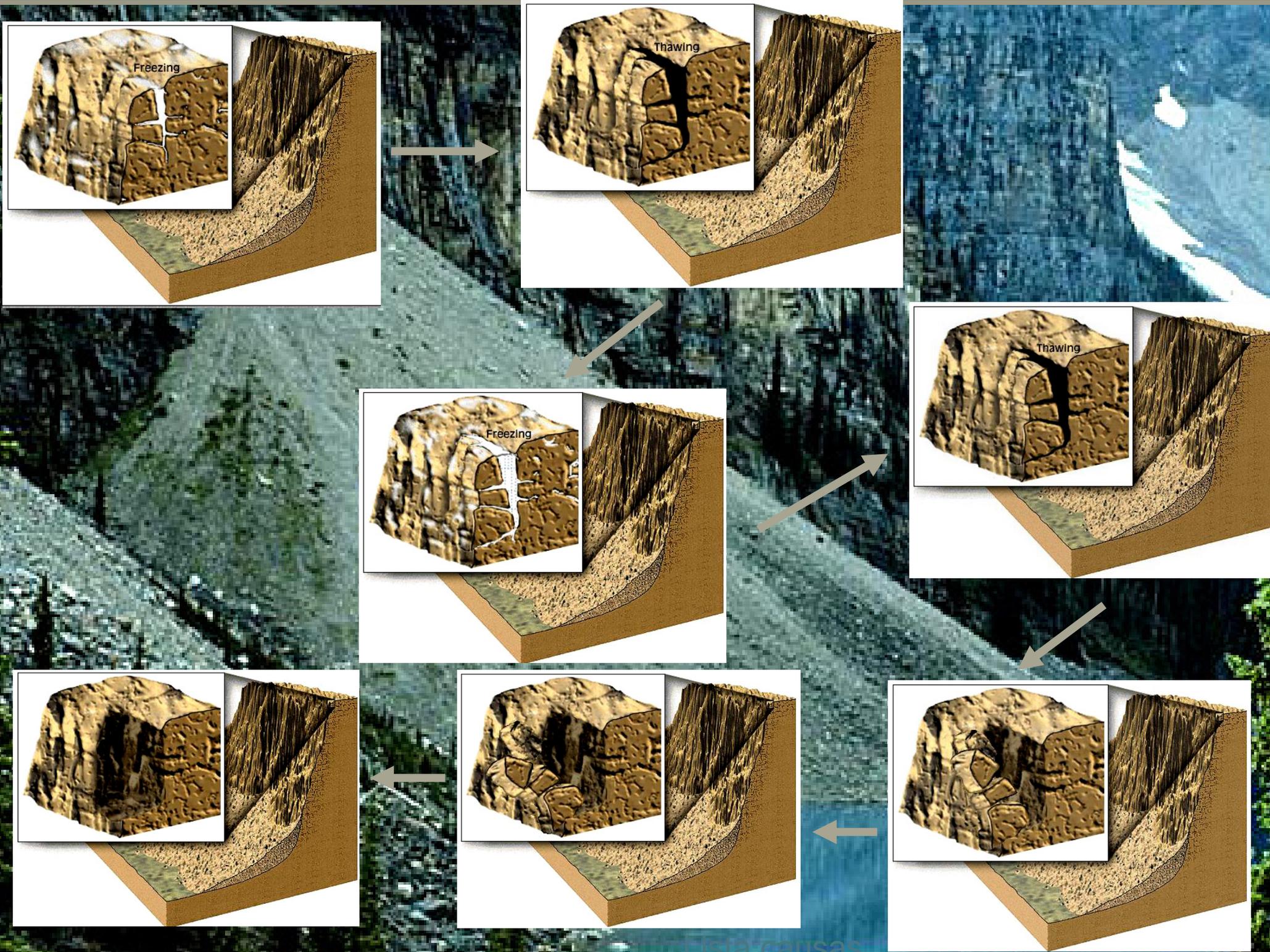
Una evidencia clara de estos procesos repetidos es el de los piedemontes, coluviones o pedregales en la base de las montañas empinadas.

Esto es también origen de baches en las carreteras de regiones con nieves invernales en la etapa de descongelamiento



3.- Fragmentación por hielo o gelifracción. Cont.





4.- Expansión térmica.

En lugares con diferencias importantes de temperatura diurnas-nocturnas. Es un proceso que puede graduar con la geliflaxión. También puede ser la causa de los coluviones. Es más efectivo en las rocas que se encuentran más fracturadas.

5.- Fragmentación por crecimiento de minerales.

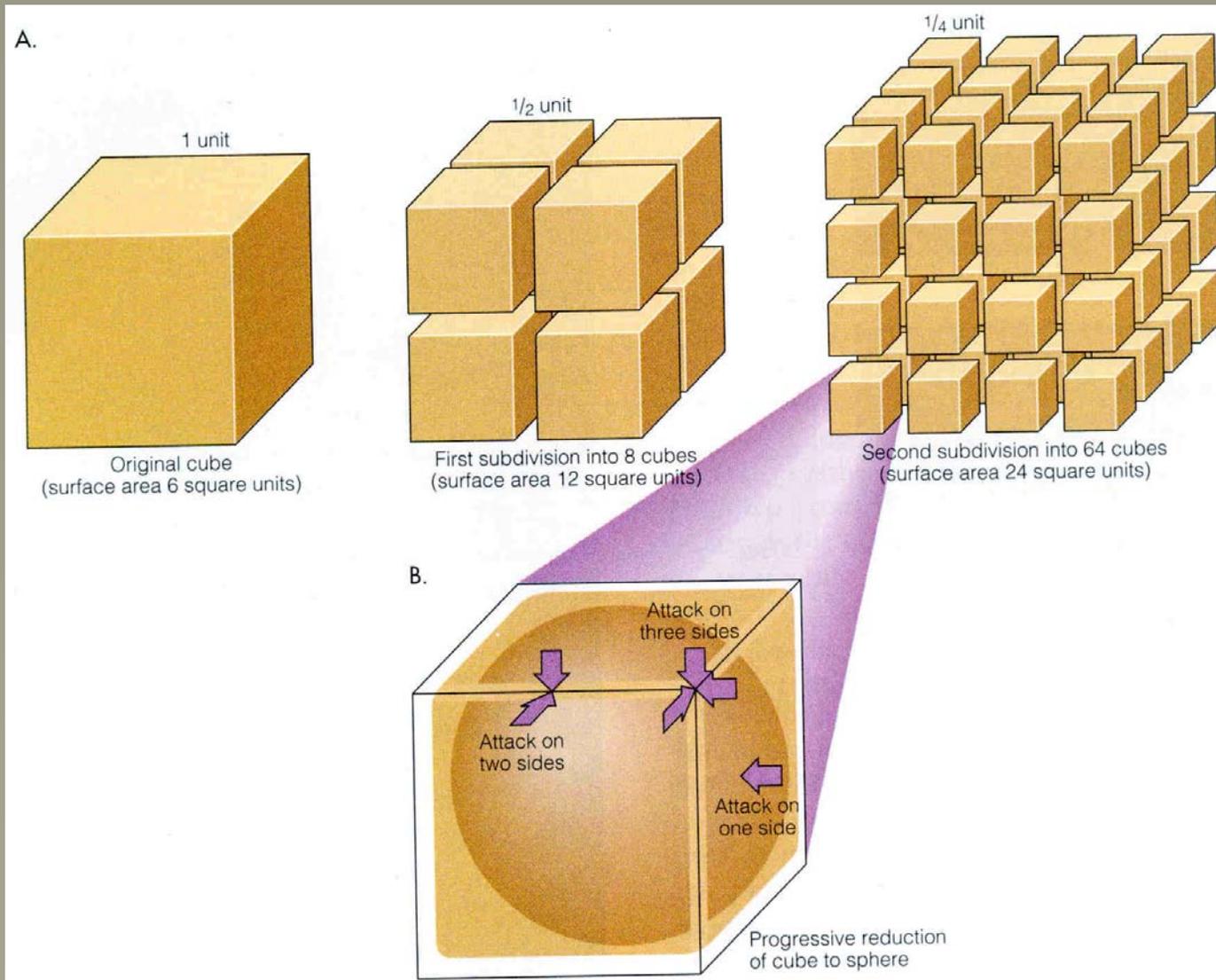
El crecimiento de minerales a partir de soluciones circulantes en las fracturas de las rocas, puede también ejercer fuerzas expansivas que rompen la roca. Esto ocurre al cristalizar carbonato de calcio y más raramente yeso o sales.

6.- Actividad biológica.

Por efecto mecánico directo (acción de raíces de árboles, movimientos de organismos en el suelo) o indirecto, por emisión de ácidos orgánicos (intemperismo químico), etc.

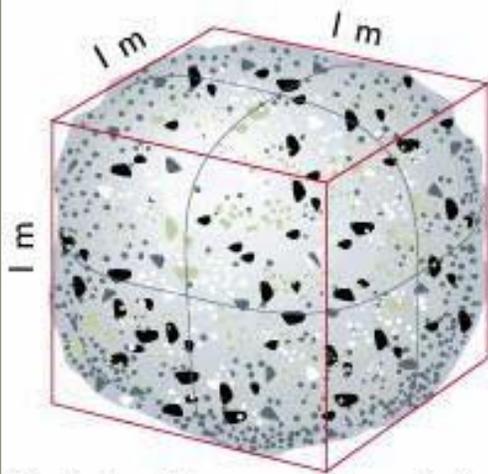


La meteorización mecánica



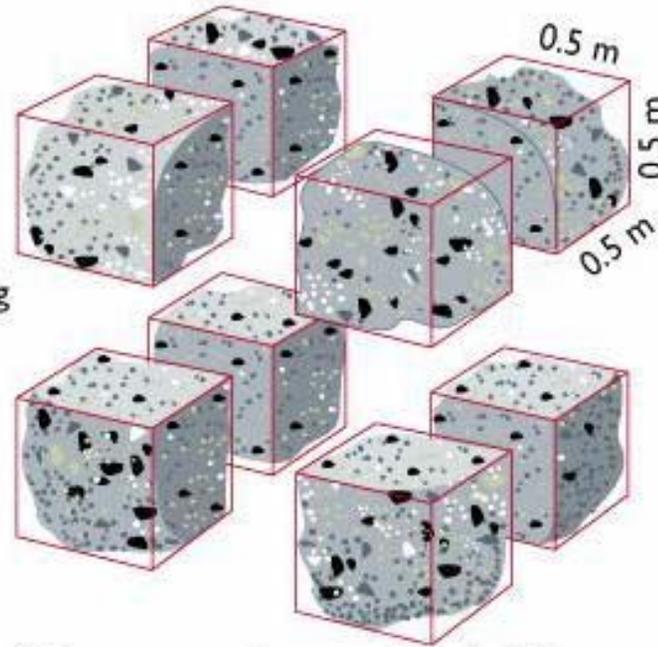
rompe a la roca en pedazos cada vez más pequeños que conservan las características de la roca original . Este proceso aumenta la superficie expuesta al intemperismo.

superficie expuesta al intemperismo.

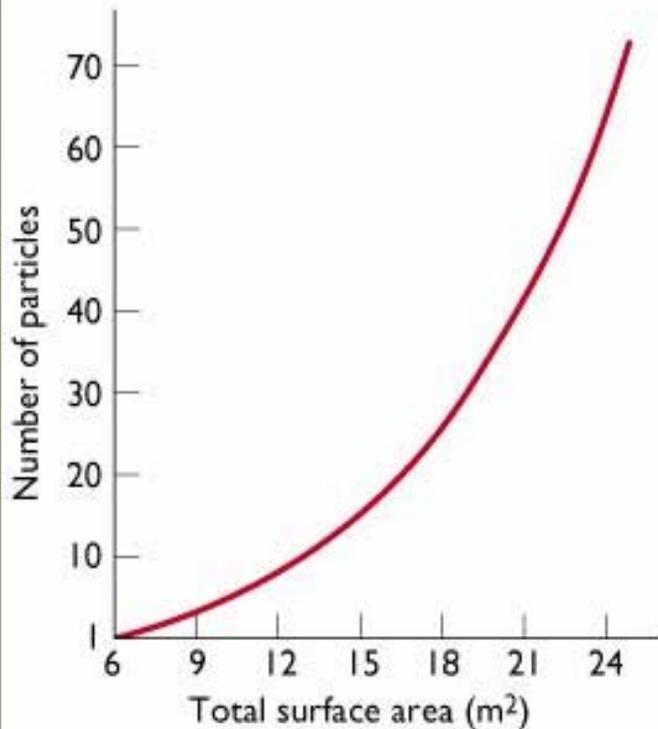


Single boulder, approximately 1 m on a side
Volume = 1 m^3
Surface area = 6 m^2

Breakup along fractures



8 fragments, each approximately 0.5 m on a side
Volume = $(0.5)^3 \times 8 = 1 \text{ m}^3$
Surface area = 12 m^2



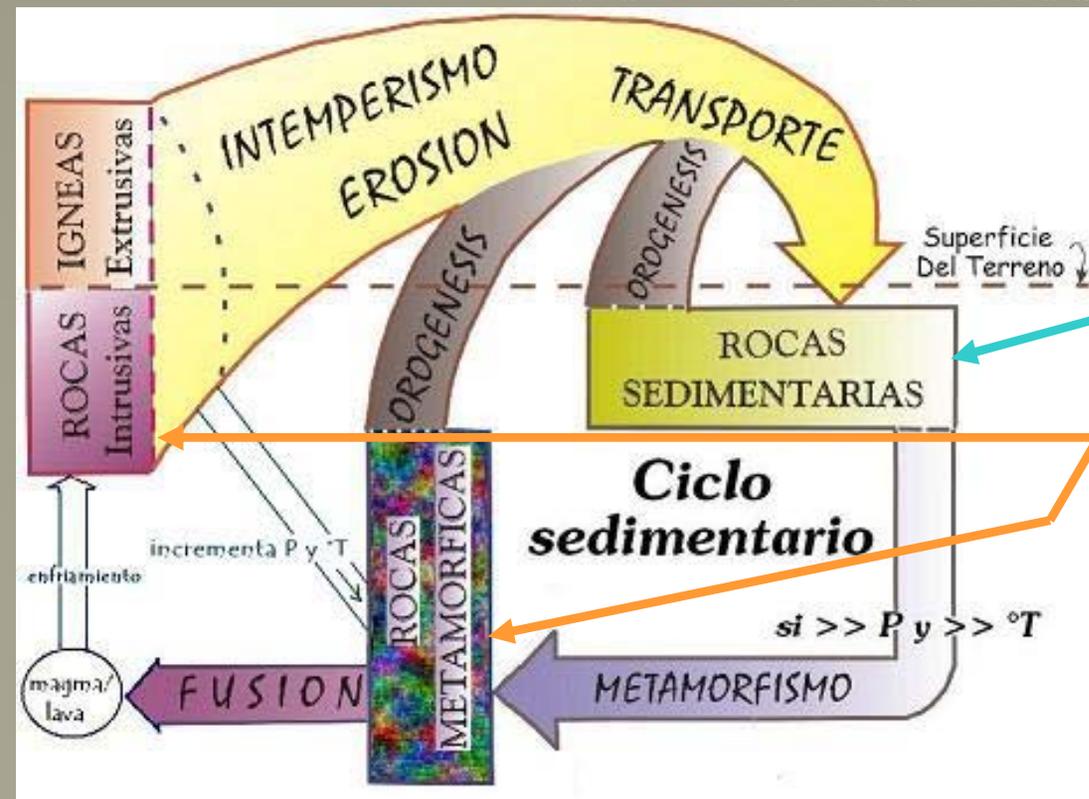
Los procesos del intemperismo físico favorecen e interactúan con el intemperismo químico.

INTEMPERISMO QUÍMICO

Conjunto de procesos complejos que descomponen los *componentes de las rocas (estructuras internas de los minerales)*, generando nuevos minerales, así como liberando compuestos y elementos al medio (**generalmente acuoso**).

Disgrega a escala de la molécula y el Ion por acción de soluciones

Los minerales formados por procesos prevalecientes en el interior de la Tierra: temperaturas y presiones altas, se encuentran químicamente inestables en las condiciones de temperatura y presión de la superficie terrestre, resultando entonces fácilmente intemperizables.



Diferentes condiciones de presión y temperatura. Los minerales más inestables en la superficie son los formados a más altas $^{\circ}T$ y presiones (silicatos de Fe y Mg)

Una particularidad del intemperismo químico es que los nuevos productos son estables en el medio en el que se han producido, manteniéndose inalterados hasta que el ambiente cambia.

El agente de meteorización química más importante es el agua, por su calidad de solvente casi universal.



Además, pequeñas cantidades de materiales disueltos dan como resultado un aumento de la actividad química del agua.

Los principales procesos de meteorización química son:

1.- Disolución.

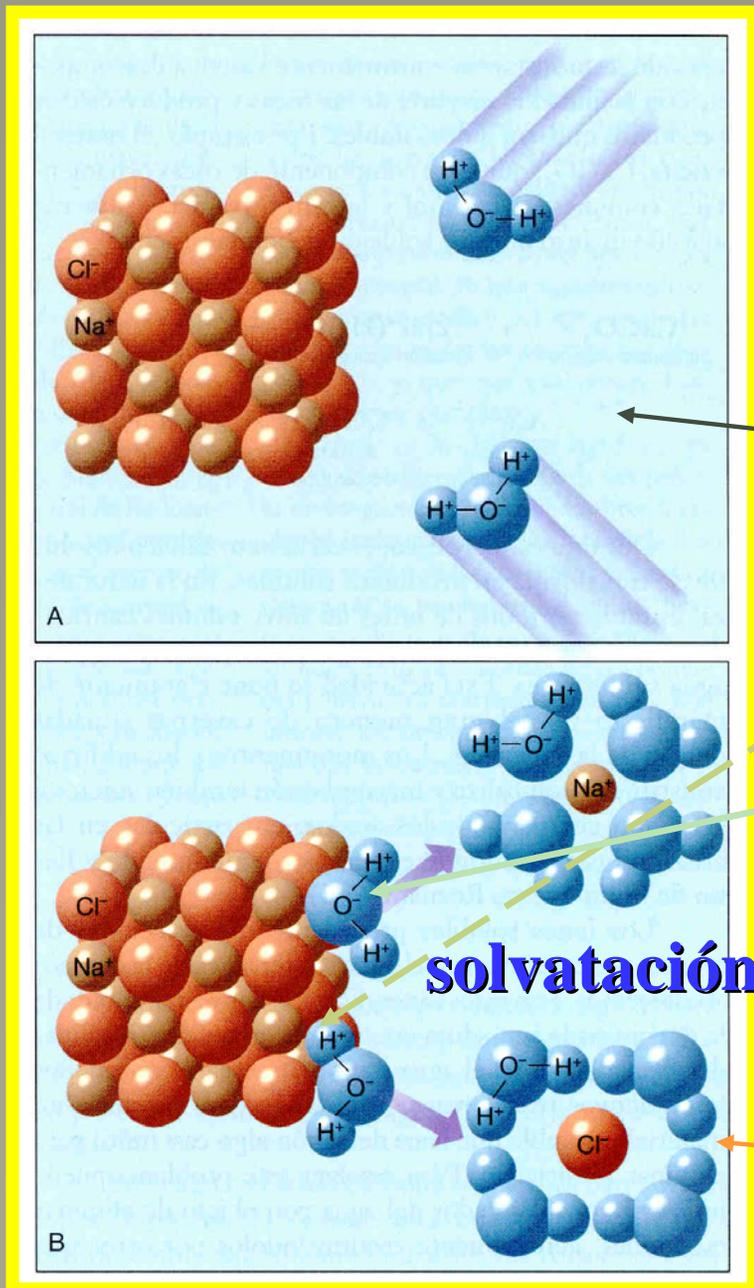
2.- Oxidación.

3.- Hidrólisis.

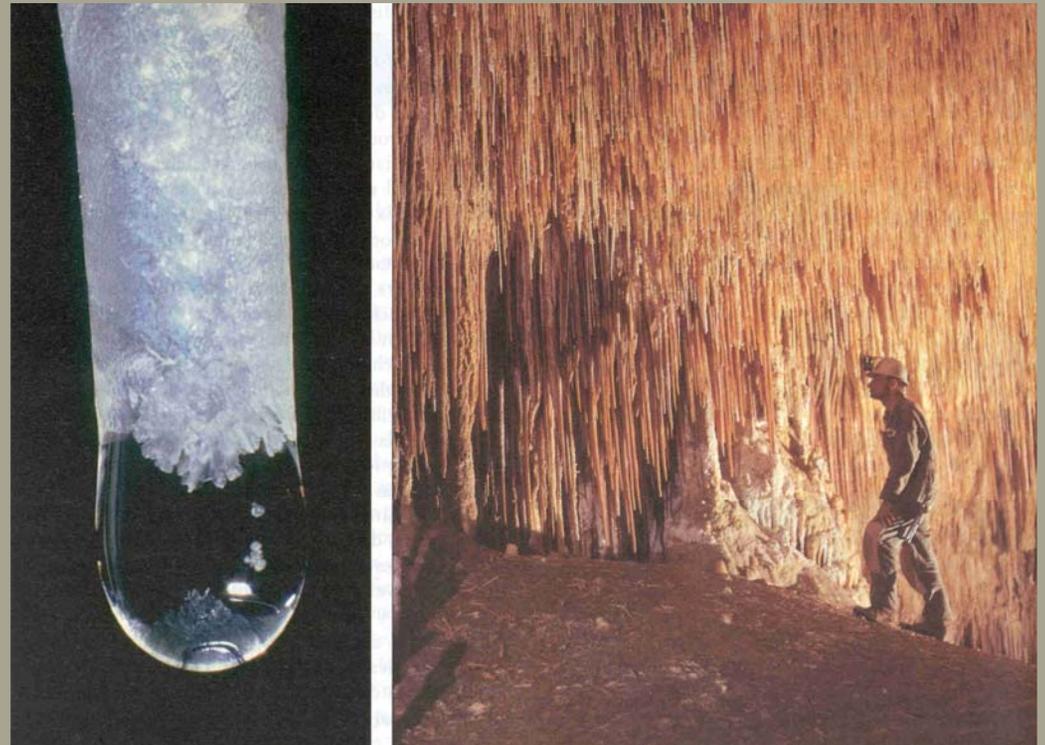
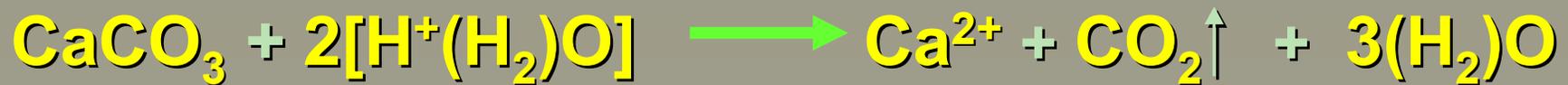
1.- Disolución.

Ejemplo: halita (NaCl).

El compuesto es eléctricamente neutro, pero sus átomos (Cl y Na) mantienen su carga respectiva, lo cual atrae la molécula de agua, polar, para ubicarse de manera que la carga + residual quede cerca de un átomo de cloro y que la carga - residual quede cerca de un sodio, lo cual altera las fuerzas de atracción existentes en el cristal de halita y libera los iones a la solución acuosa.

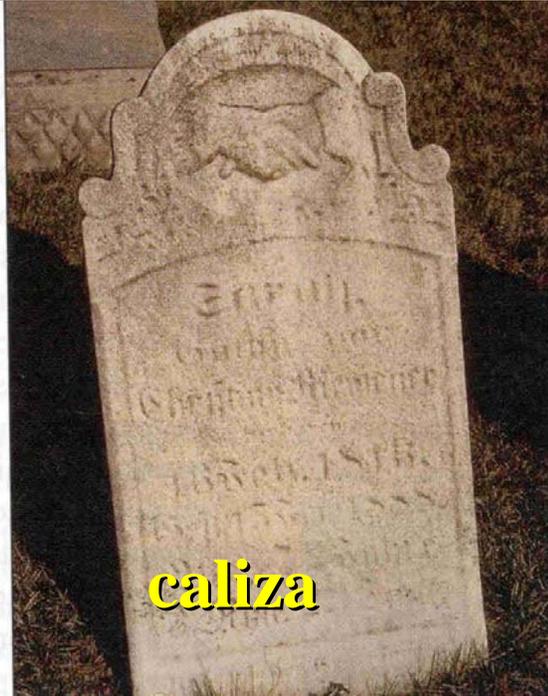


Es de destacar, que la mayoría de los minerales son, a efectos prácticos, insolubles en agua pura; pero la presencia de pequeñas cantidades de ácido (H_2CO_3 , ácidos orgánicos) incrementa de manera notable la capacidad corrosiva del agua.





granito (silicatos)



caliza

No grabes tu memoria en rocas solubles, pues tu nombre se perderá



lutita

caliza

2.- Oxidación.

Es el proceso por el cual el oxígeno se combina con otros elementos o compuestos, o bien éstos pierden electrones.



3.- Hidrólisis.

Es el fenómeno por el cual una sustancia reacciona con el agua. Usualmente, el H^+ del agua disociada substituye algún catión de la red cristalina, lo cual la desestabiliza al destruir la disposición ordenada original y se va descomponiendo.

En estado natural es frecuente que el agua contenga H^+ adicionales, lo cual acelera la meteorización.

Es el proceso principal de intemperización química de los silicatos, que conforman una parte importante de la corteza terrestre.

Intemperismo de los SILICATOS

minerales formadores de las rocas ígneas
(compuestos de **Si, O, Al** y **Fe, Mg, Ca, Na y K**),

al intemperizarse químicamente liberan: **iones**,
que quedan disueltos en el agua.

El **Fe** se oxida fácilmente y forma **hematita** y **limonita**;

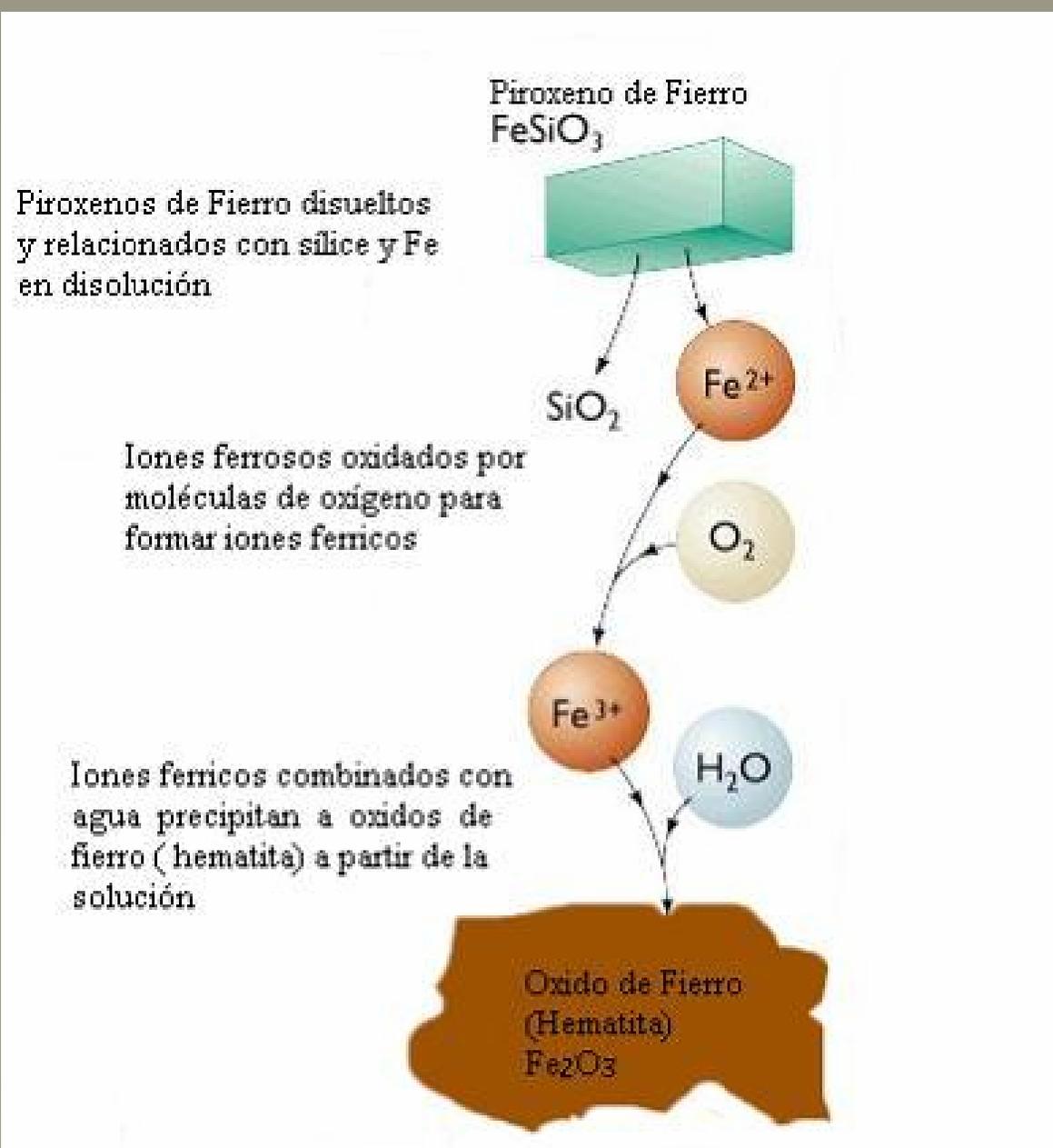
Los **cationes (Al, Si y O)**, se unen con el agua y **iones** disueltos en ella, para dar lugar a **minerales de arcilla residuales**.

Intemperismo de Silicatos de Fe

El Fe se disuelve
y libera SiO_2 y
 Fe^{2+}

El Fe^{2+} es
oxidado a Fe^{3+}

y combinado con
 H_2O , se precipita
en Fe_2O_3 : hematita



Intemperismo de feldespatos (aluminio-silicatos de K)

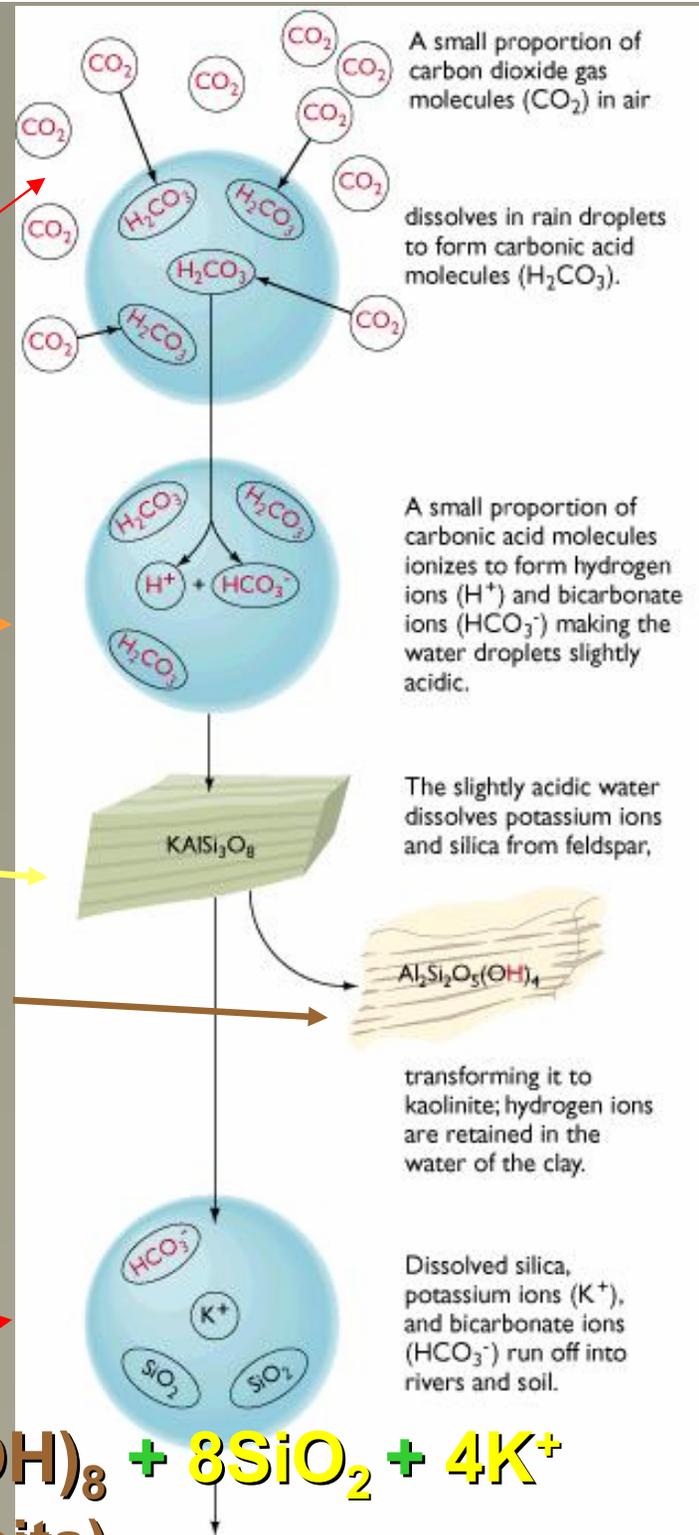
CO₂ del aire se disuelve en agua de lluvia y forma ácido carbónico: **H₂CO₃**

El **H₂CO₃** se ioniza en iones de **H⁺** y bicarbonato: **HCO₃⁻** haciendo a las gotas de lluvia ligeramente ácidas

Esta agua disuelve iones de **K⁺** y **SiO₂** del feldespato,

transformándolo en la arcilla kaolinita, los **H⁺** quedan retenidos en el agua de esta arcilla

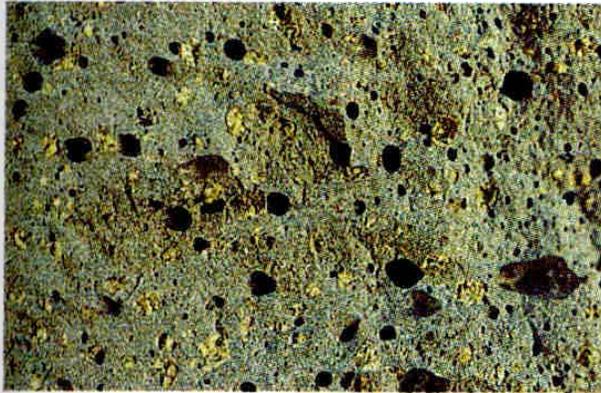
Los iones disueltos de **SiO₂**, **K⁺** y **HCO₃⁻** se liberan al agua corriente y el suelo



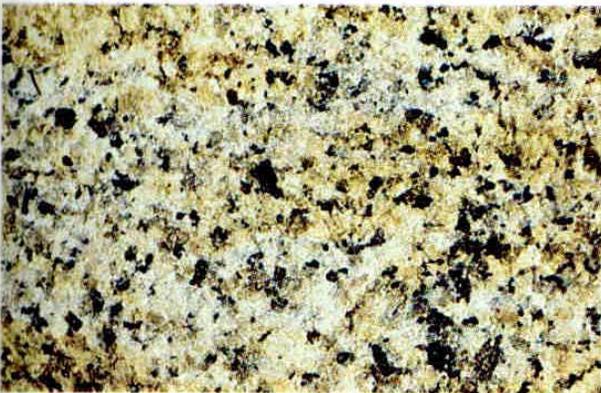
Silicatos y minerales producto de su intemperismo

Original mineral	Weathers to produce	Released into solution
Quartz	Quartz grains	Silica
Feldspars	Clay minerals	Silica K⁺, Na⁺ Ca²⁺
Amphibole (hornblende)	Clay minerals Limonite Hematite	Silica Ca²⁺, Mg²⁺
Olivine	Limonite Hematite	Silica Mg²⁺

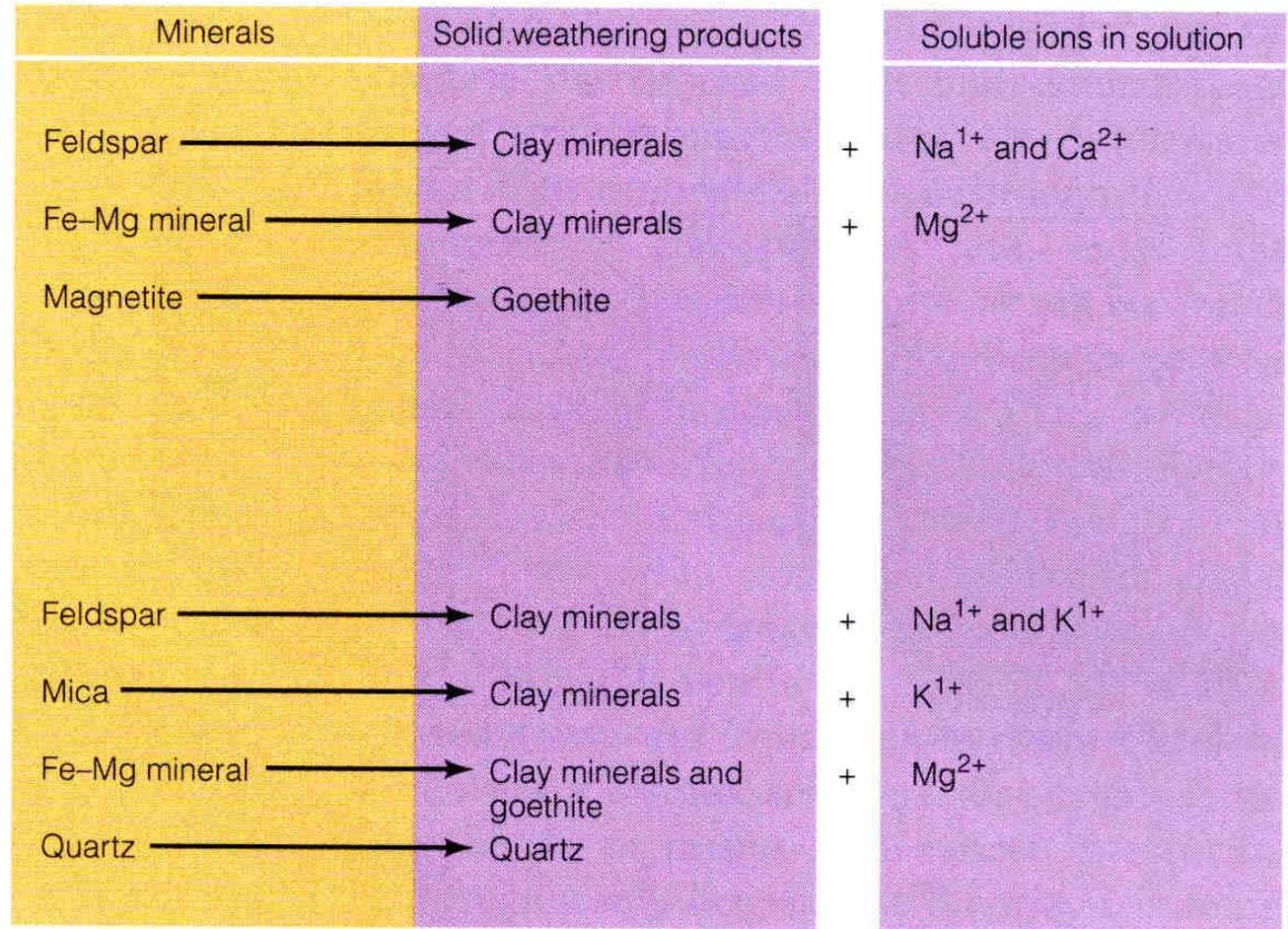
Productos del intemperismo de Basaltos y Granitos



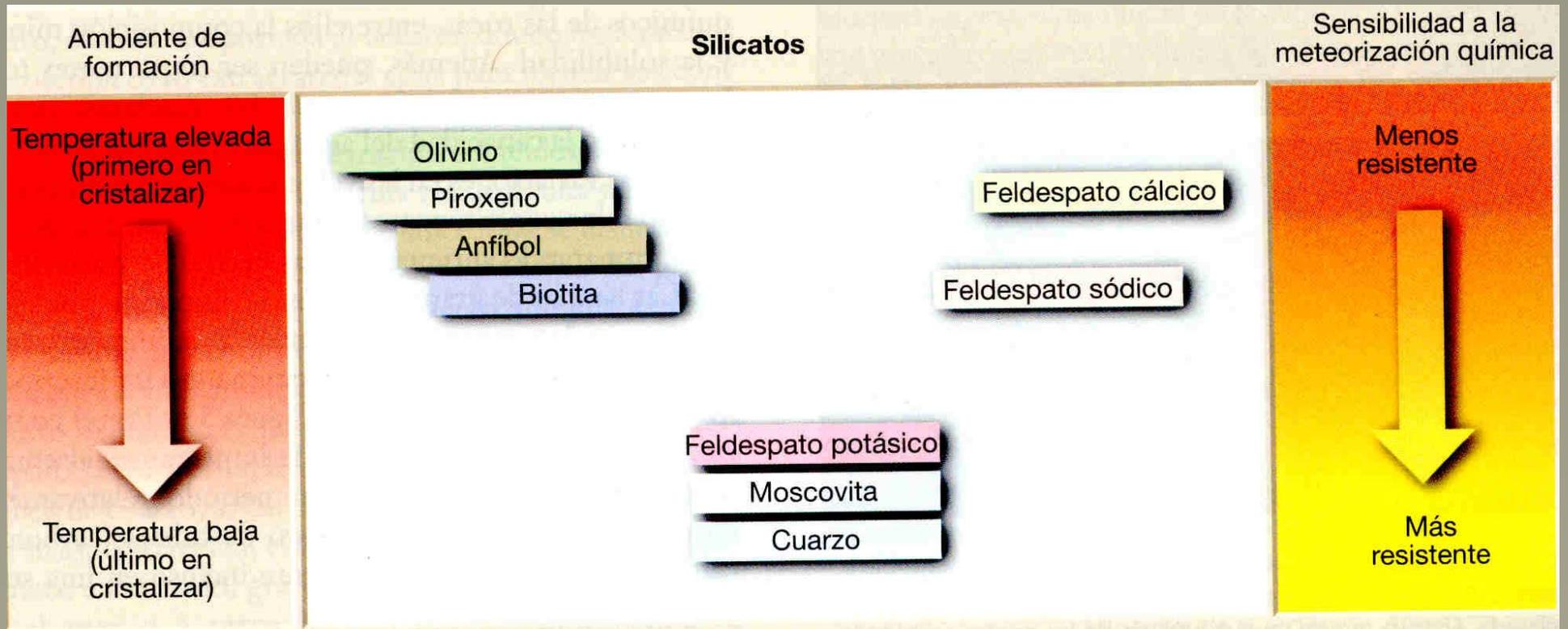
Basalt



Granite



Orden de meteorización de los silicatos



Los enlaces de Si-O son más fuertes bajo las condiciones de la superficie. El cuarzo está enteramente formado por estos enlaces; por el contrario, el olivino contiene menos enlaces Si-O, en virtud a que está formado por tetraedros aislados que se enlazan con Fe y Mg

Minerales en rocas clásticas derivados de afloramientos de granitos bajo intensidades de intemperismo variables

	INTENSIDAD DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Minerales en el sedimento	Cuarzo Feldespato Mica Piroxeno Anfíbol	Cuarzo Feldespato Mica Arcillas	Cuarzo Arcillas