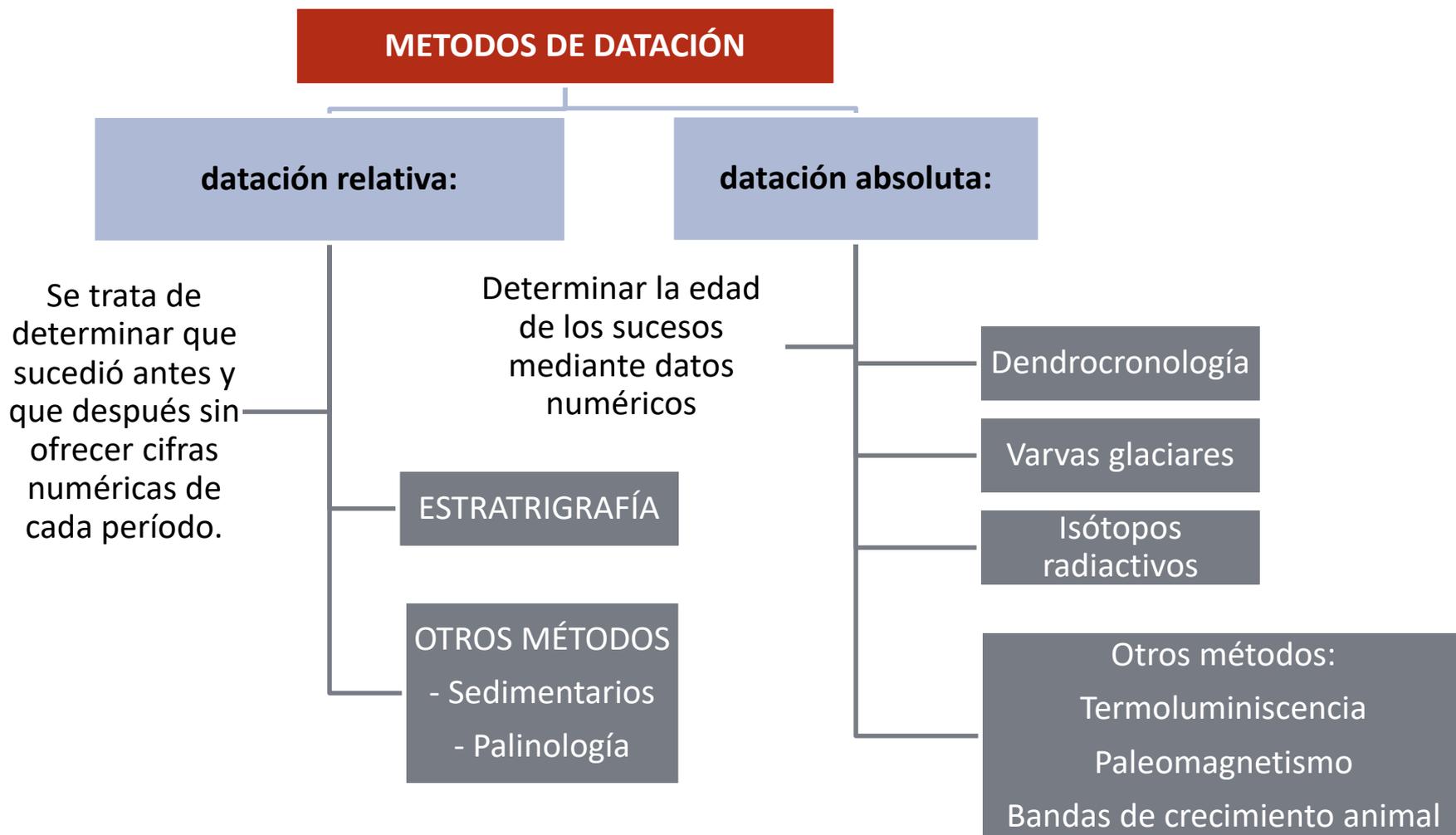


DATACIÓN DE LOS SuCESOS GEOLOÓGICOS



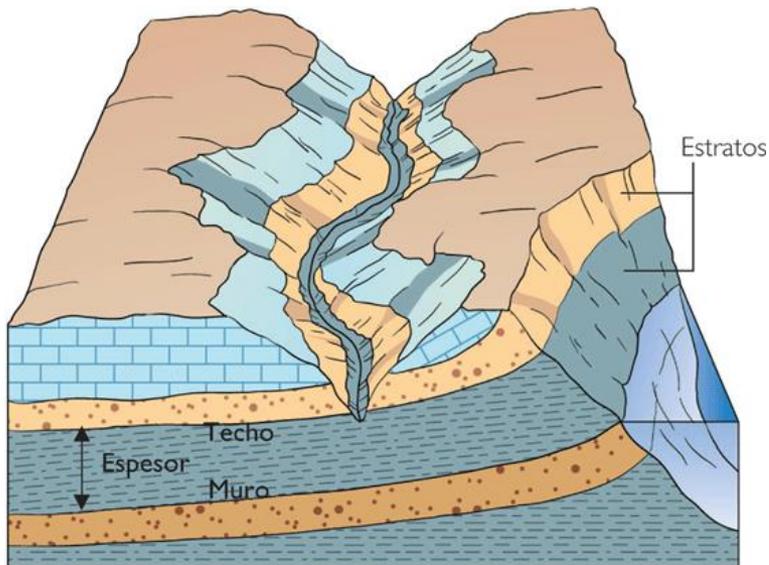
DATACIÓN DE LOS SUCESOS GEOLÓGICOS

Los sucesos geológicos se pueden ordenar cronológicamente de dos formas distintas:



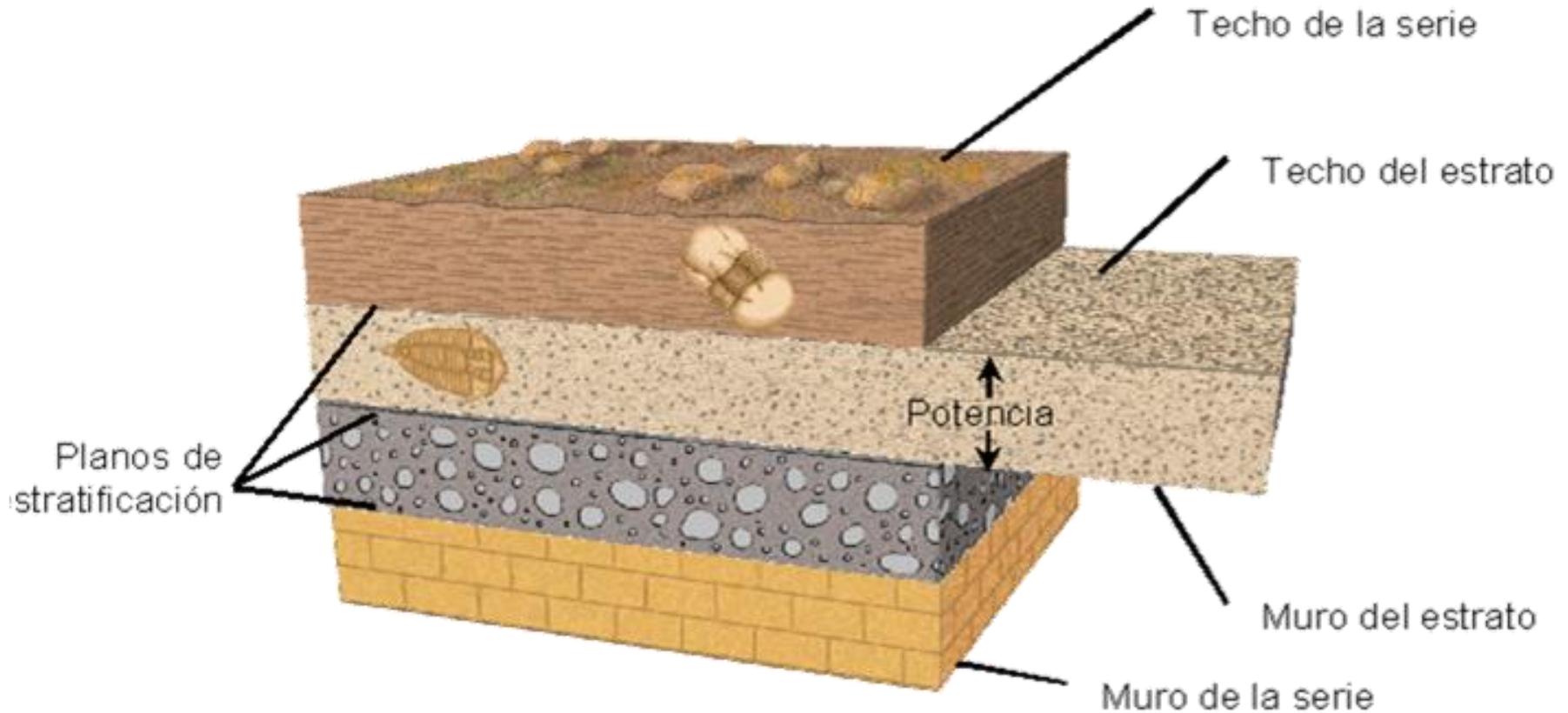
Un **estrato** es una **capa** más o menos espesa de sedimentos acumulados durante un espacio de tiempo continuo. Esta delimitado por una base o **muro** y un **techo** y se identifica por sus diferencias con las capas colindantes. El espesor también se denomina **potencia**

Los materiales se ordenan cronológicamente en una **columna estratigráfica**, indicando los tipos de roca, los fósiles, las estructuras...



Es engañoso mirar los estratos en término de tiempo, porque un espesor importante puede corresponder a un acontecimiento sedimentario potente pero muy corto, y a la inversa, una capa delgada puede indicar un período muy largo de sedimentación lenta

Las superficies que limitan un estrato reciben el nombre de planos de estratificación y tanto en la base como el muro es muy frecuente la aparición de estructuras sedimentarias, que serán de gran importancia a la hora de establecer la polaridad de los estratos (ver más adelante)



PRINCIPIOS BÁSICOS DE ESTRATIGRAFÍA

1. **Principio del uniformismo o actualismo:** Las leyes que rigen los procesos geológicos han sido las mismas y producen los mismos efectos durante toda la historia de la Tierra. (ya visto)
2. **Principio de la horizontalidad original:** Los estratos se depositan siempre de forma horizontal o subhorizontal y permanecen horizontales si no actúa ninguna fuerza sobre ellos. (Steno, 1669)
3. **Principio de la superposición de estratos:** los niveles superiores serán más recientes que los inferiores. (Steno, 1669)
4. **Principio de la continuidad lateral:** un estrato tiene la misma edad a lo largo de toda su extensión horizontal. (Steno, 1669)
5. **Principio de sucesión faunística:** Los estratos que se depositaron en diferentes épocas geológicas contienen distintos fósiles. De igual manera las capas que contienen fósiles pertenecientes a los mismos taxones, aunque sean de diferente litología, serán de la misma edad. (Smith (1778)
6. **Principio de la sucesión de eventos:** Todo acontecimiento que afecte a las rocas es posterior a las mismas.

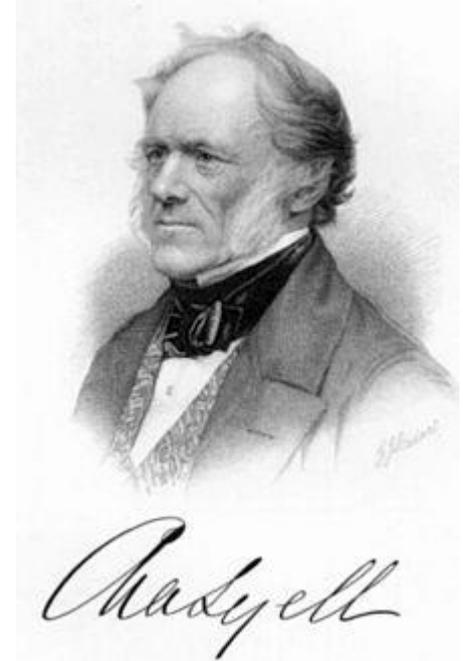
PRINCIPIO DEL ACTUALISMO

Los cambios geológicos se interpretan a través del PRINCIPIO DEL ACTUALISMO o UNIFORMISMO GEOLÓGICO según el cual analizar los procesos que ocurren en la actualidad sirven para interpretar lo sucedido en el pasado.

El actualismo fue propuesto y defendido por Charles Lyell en su gran obra “Principios de Geología” de 1830.

Se basa en las siguientes ideas:

- Los procesos que actúan ahora sobre la superficie terrestre son los mismos que han actuado en tiempos pasados.
- Procesos similares, aunque ocurran en momentos y lugares distintos, dejan huellas similares
- Los procesos geológicos de épocas pasadas tuvieron su origen en las mismas causas que los actuales



Las rizaduras de las rocas indican que esta se formó a partir de sedimentos en aguas poco profundas, al igual que se forman en la playa hoy en día rizaduras similares en la arena, y por la misma causa, el movimiento de las olas.

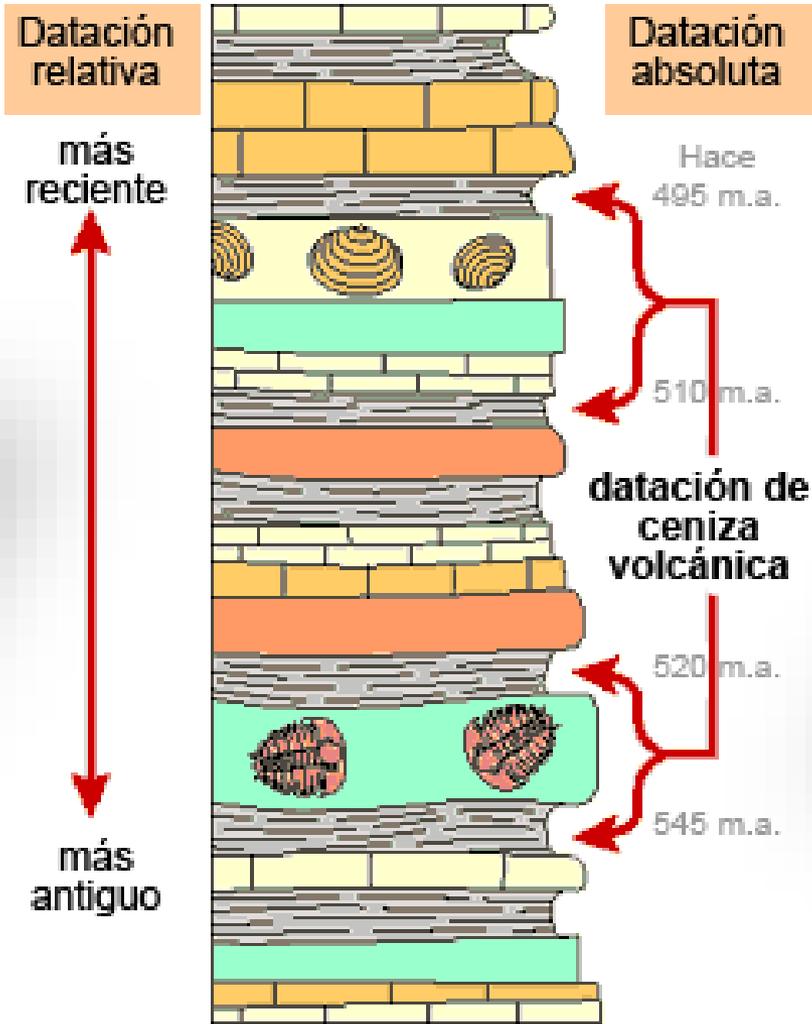




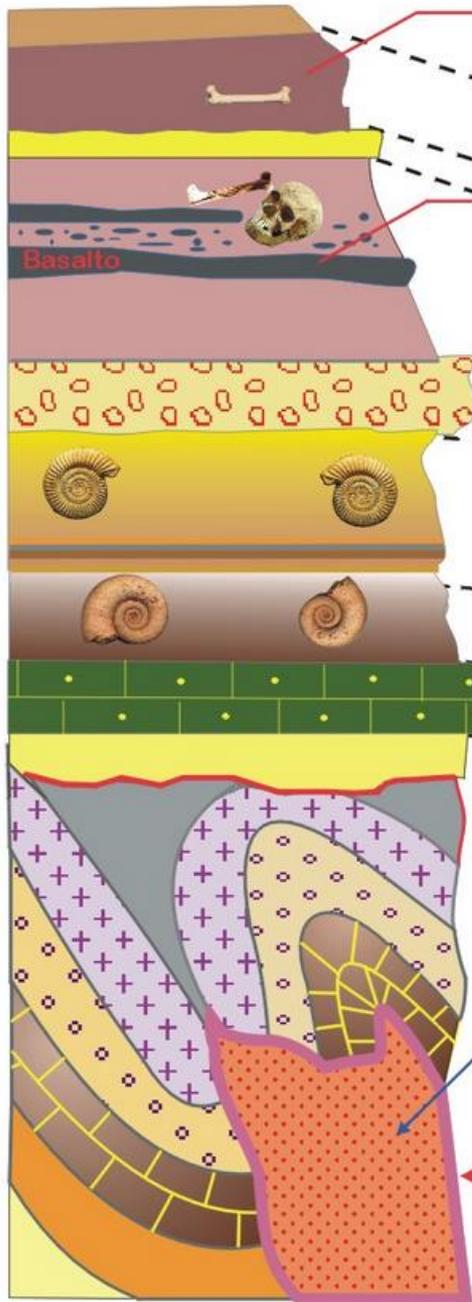
Otro ejemplo con otro tipo de rizarduras, en este caso originadas por el viento; diferenciarlas de las anteriores, dependerá de estudios más detallados



Mediante el estudio y la comparación de estratos de todo el mundo podemos averiguar cuáles se depositaron primero y cuáles más tarde, pero necesitamos más datos para establecer las edades específicas, o numéricas, de los fósiles.



Se basa en la desintegración de elementos radiactivos. Los geólogos han construido una escala del tiempo geológico basada en la datación numérica de rocas de todo el mundo



Cronología relativa
Principio de superposición
El estrato superior es el más reciente

Principio de continuidad lateral
Un estrato tiene la misma edad sobre toda su extensión

Hiato: Laguna de erosión:
la erosión se llevó los estratos, (o la sedimentación se interrumpió) luego la sedimentación prosiguió dejando la laguna

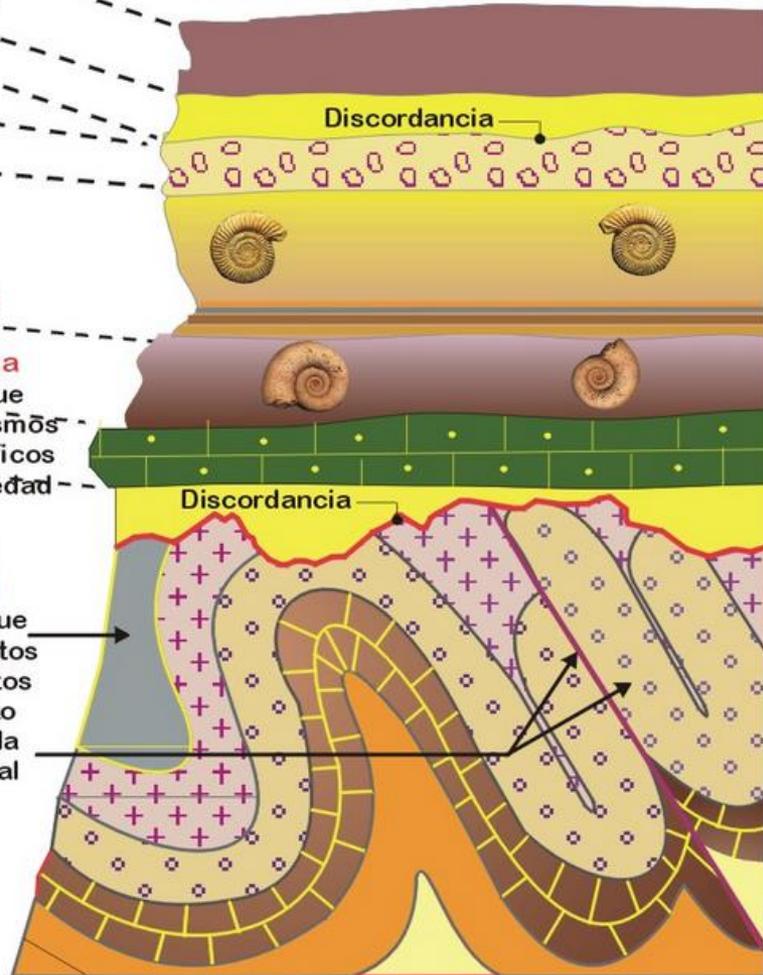
Principio de identidad paleontológica
Dos estratos que contienen los mismos fósiles estratigráficos tienen la misma edad

Principio de intersección
Una intrusión es más reciente que las estructuras que recorta

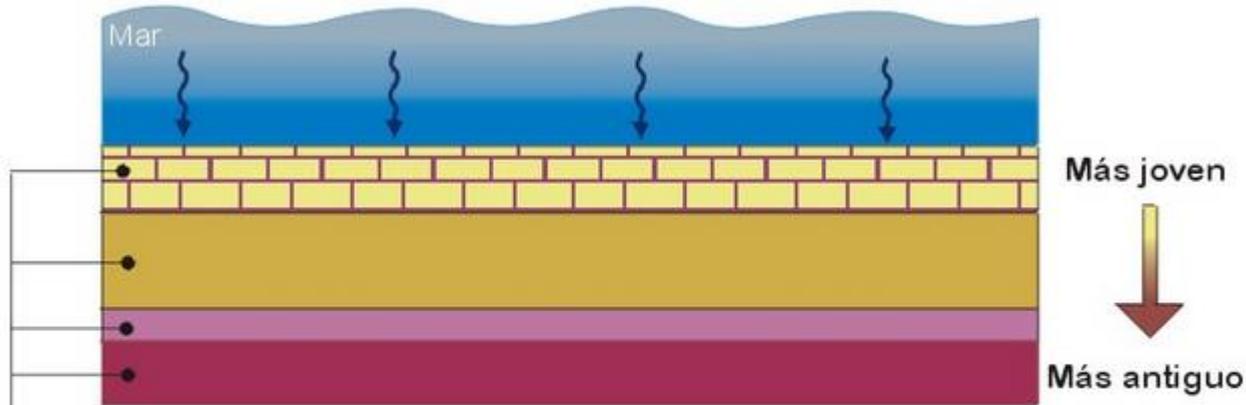
Datación absoluta al Rb- Sr
Periodo: $49 \cdot 10^9$ años
 $\lambda: 1,42 \cdot 10^{-11}$ an⁻¹
Utilización: Rocas de unas cuantas decenas de años hasta las más antiguas rocas .

Datación absoluta al ¹⁴C Periodo: 5730 años
 $\lambda: 1,21 \cdot 10^{-4}$ ans⁻¹
Utilización: 50 000 años
Precisión opt: < 35 000 ans

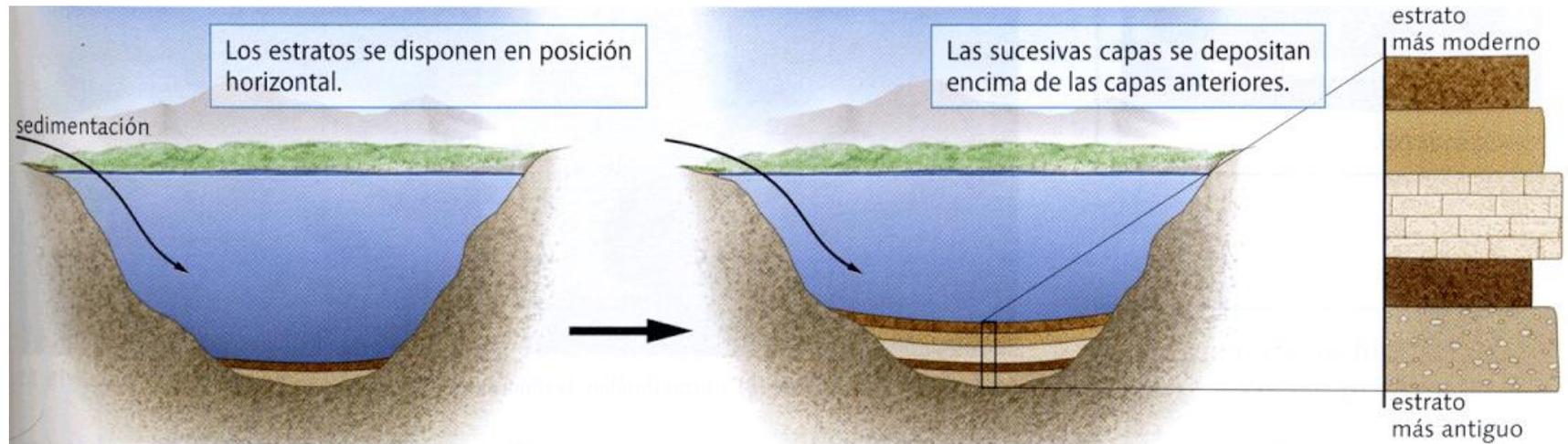
Datación absoluta al K- Ar
Periodo: $1,31 \cdot 10^{10}$ / años
 $\lambda: 4,962 \cdot 10^{-11}$ / an
Utilización: Rocas de 100 000 años a 1Ga



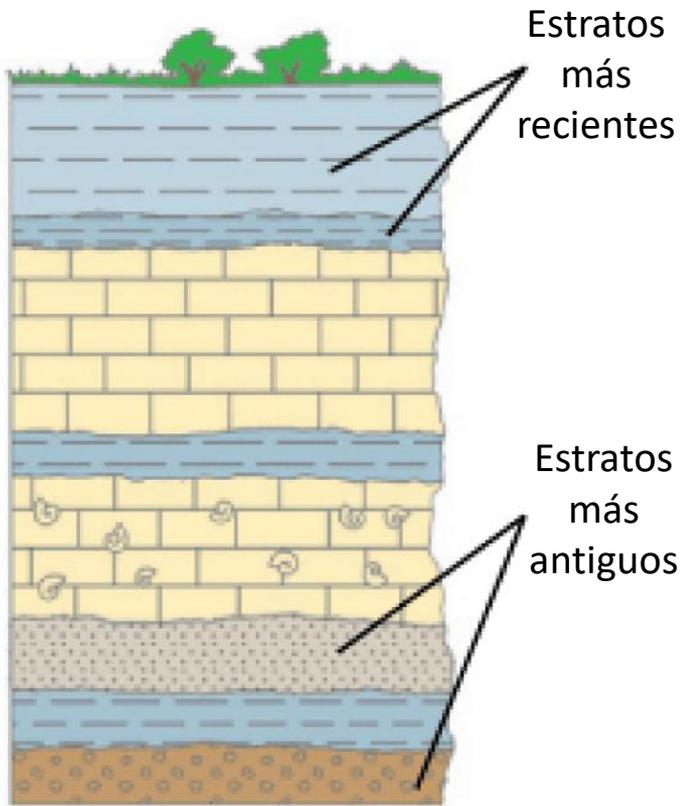
PRINCIPIO DE HORIZONTALIDAD DE ESTRATOS



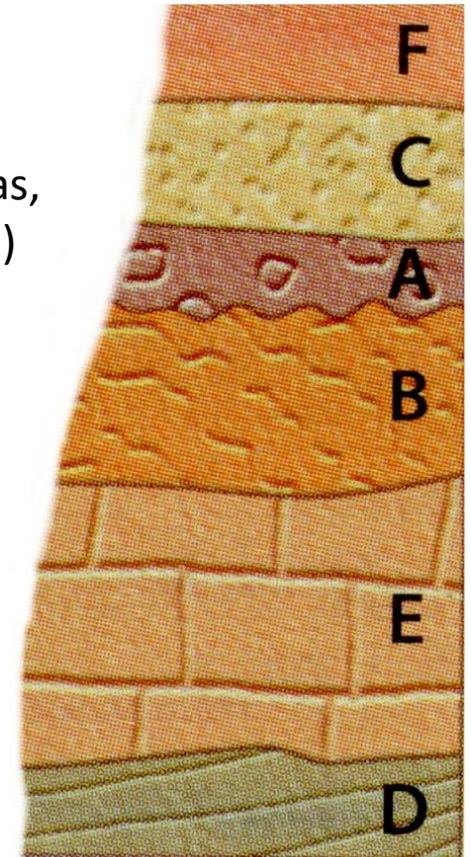
Al principio de su formación, las rocas sedimentarias suelen ser dispuestas en **capas o estratos** más o menos horizontales ya que proceden de la transformación de sedimentos que se depositaron y se estabilizaron de esta manera. (Gravedad...)



PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE ESTRATOS



- En una serie estratigráfica los estratos más antiguos se localizan en la parte inferior de la serie. Los más modernos en la parte superior.
- Distintos procesos geológicos (pliegues, fallas, mantos de corrimiento ...) pueden alterar esa disposición original.





Los estratos se han originado de forma horizontal

Fuerzas tectónicas han provocado la inclinación de los estratos

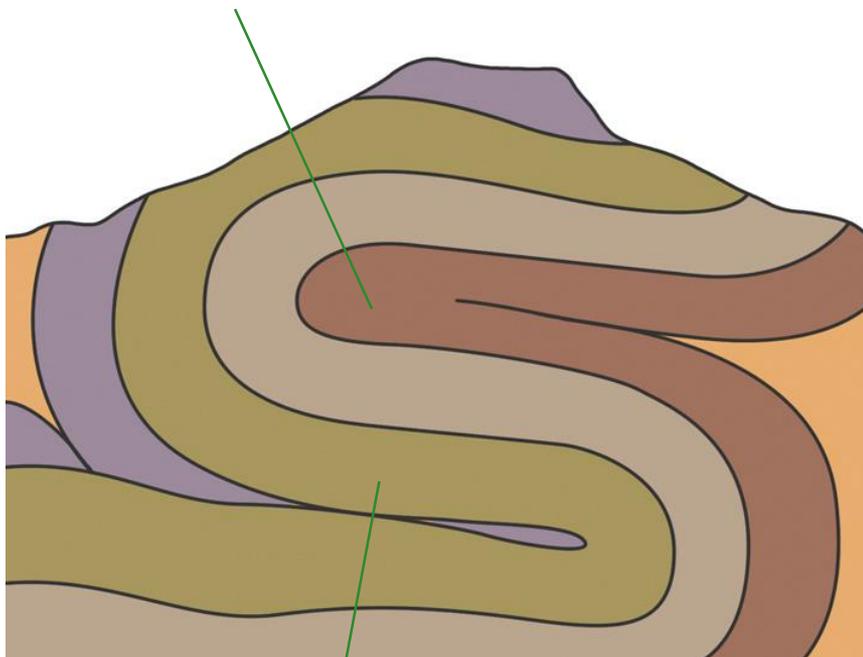




Disposición original de los estratos

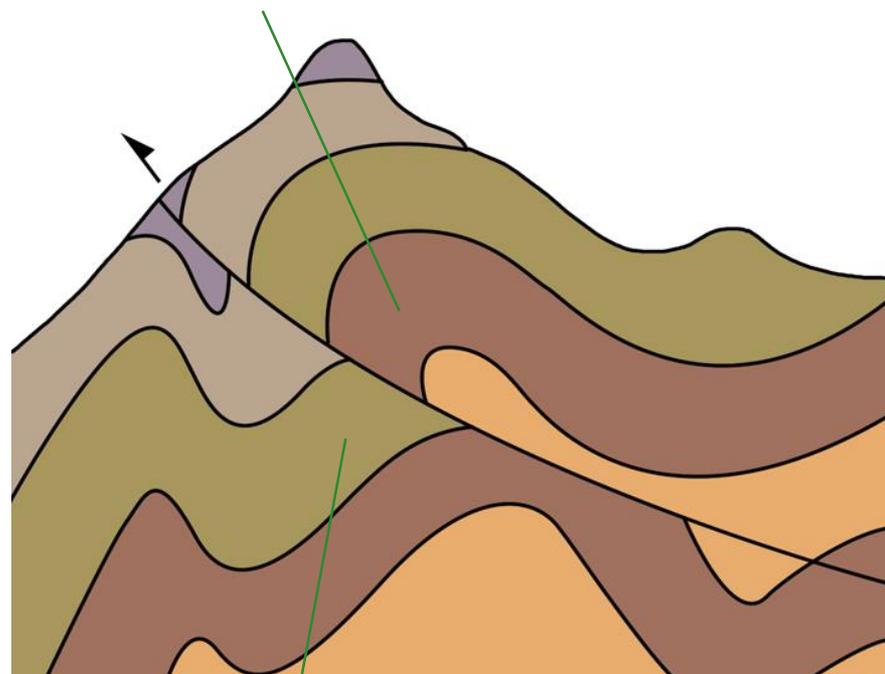
Alteraciones en la disposición vertical de los estratos

Estrato más antiguo



Estrato más moderno

Estrato más antiguo



Estrato más moderno

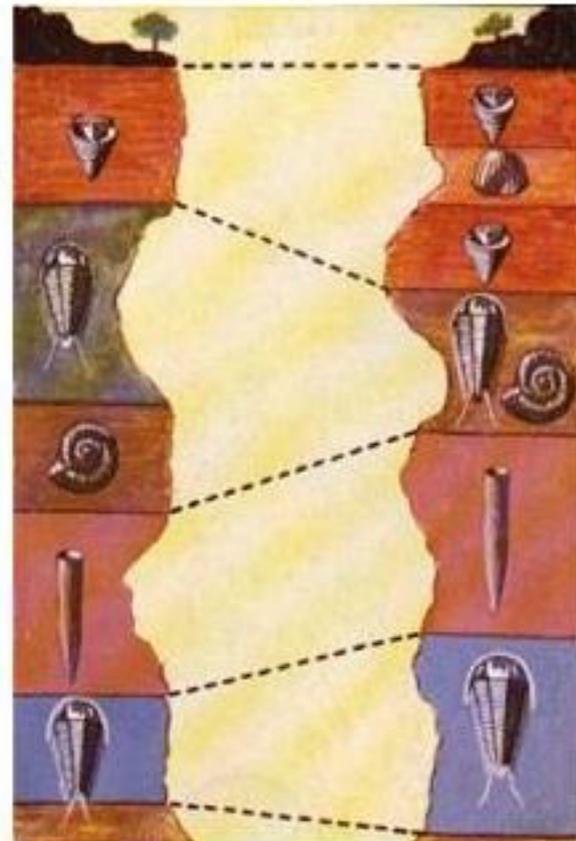
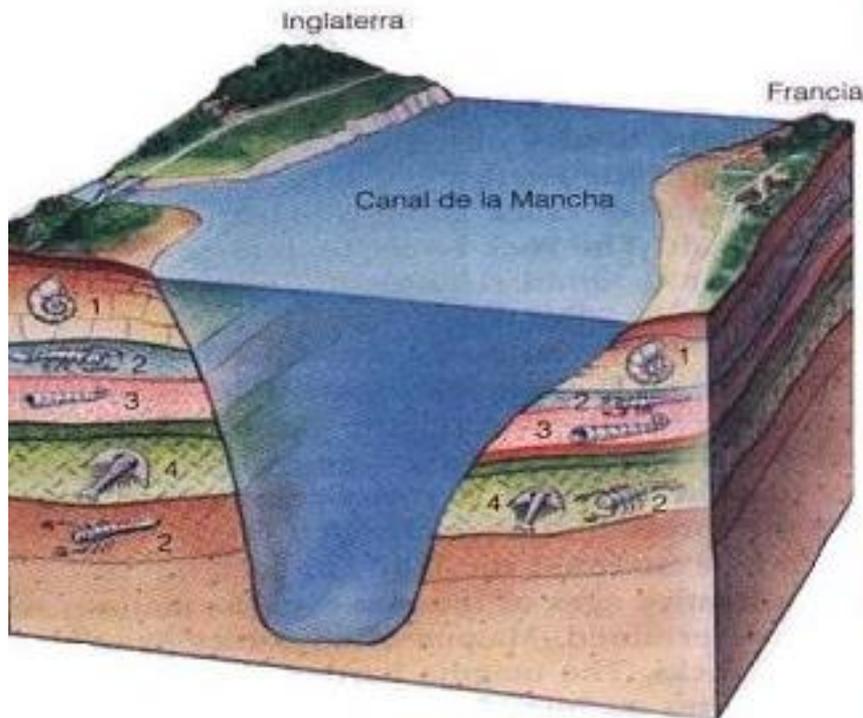


**Alteración de la
disposición original de
los estratos**



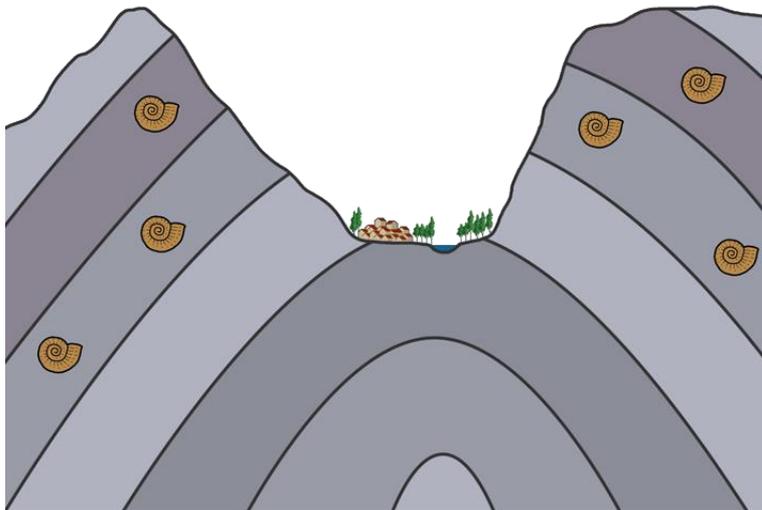
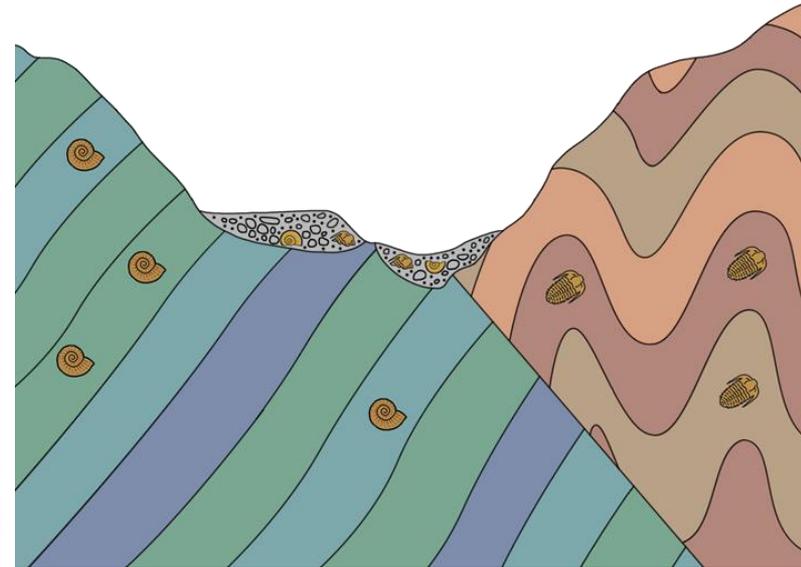
PRINCIPIO DE CONTINUIDAD LATERAL

- Cada estrato tiene la misma edad en toda su extensión
- Se ha formado al mismo tiempo en toda la cuenca sedimentaria, aunque debido a la erosión no se mantenga aparentemente la continuidad.

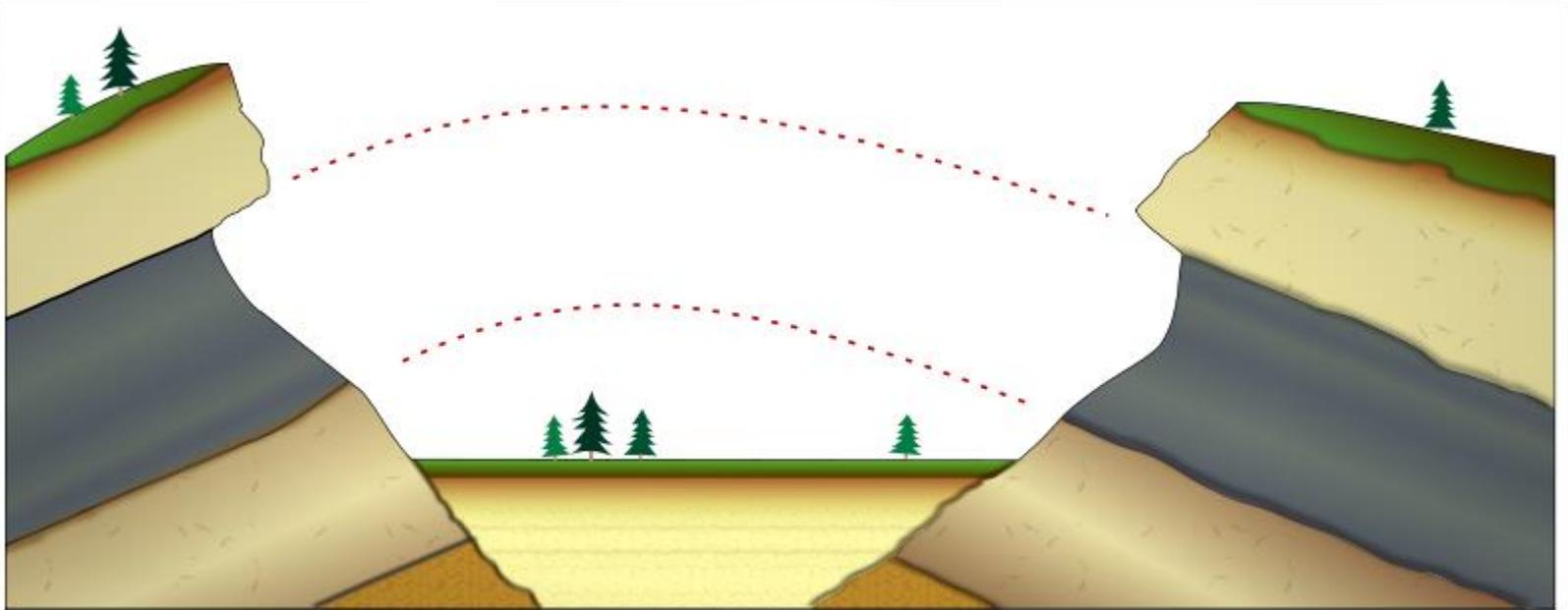


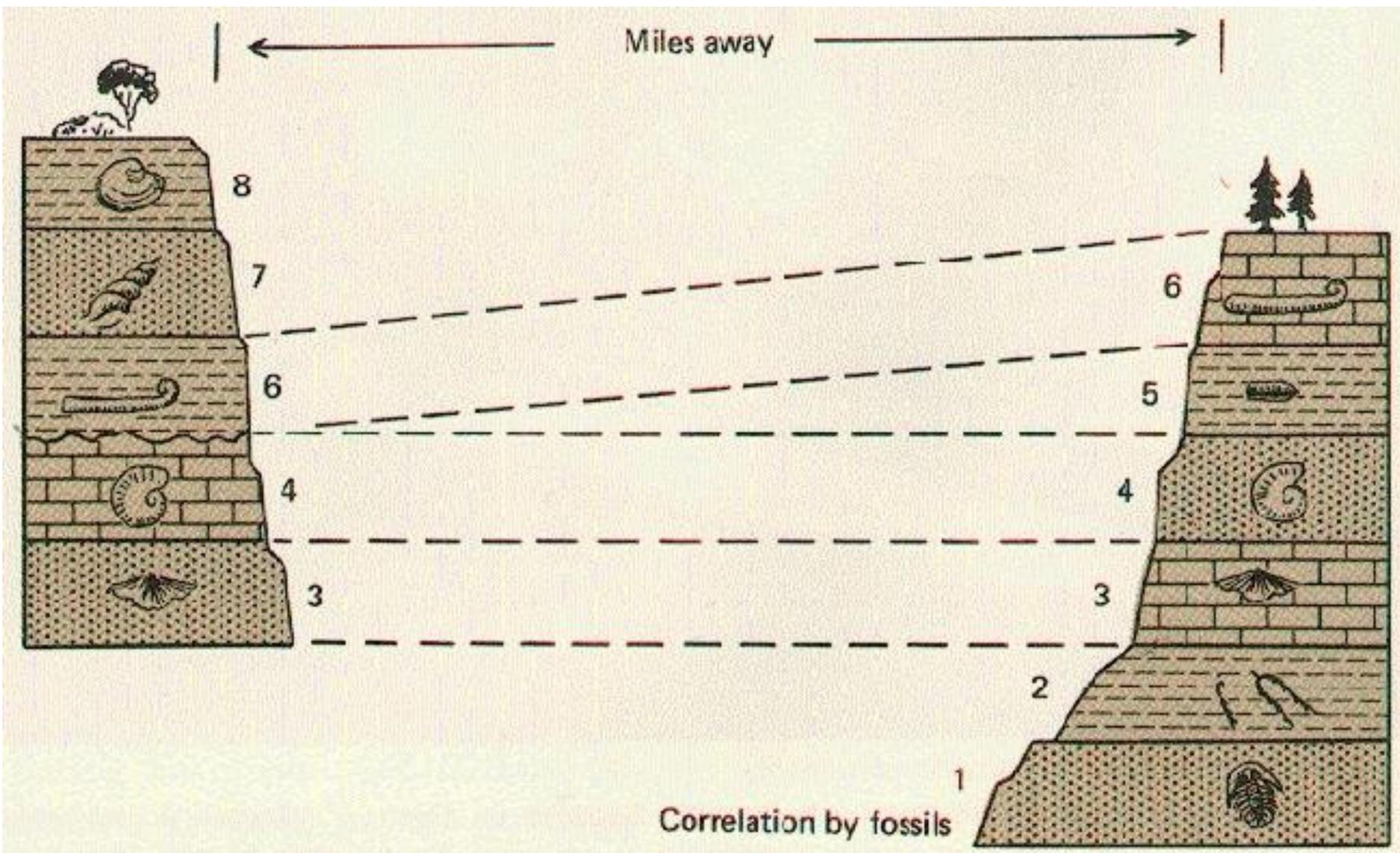


Los materiales depositados por el río contienen fragmentos de fósiles de ambas series, pero no se pueden correlacionar.



Las calizas a ambos lados del río pueden correlacionarse porque tienen el mismo contenido fósil.

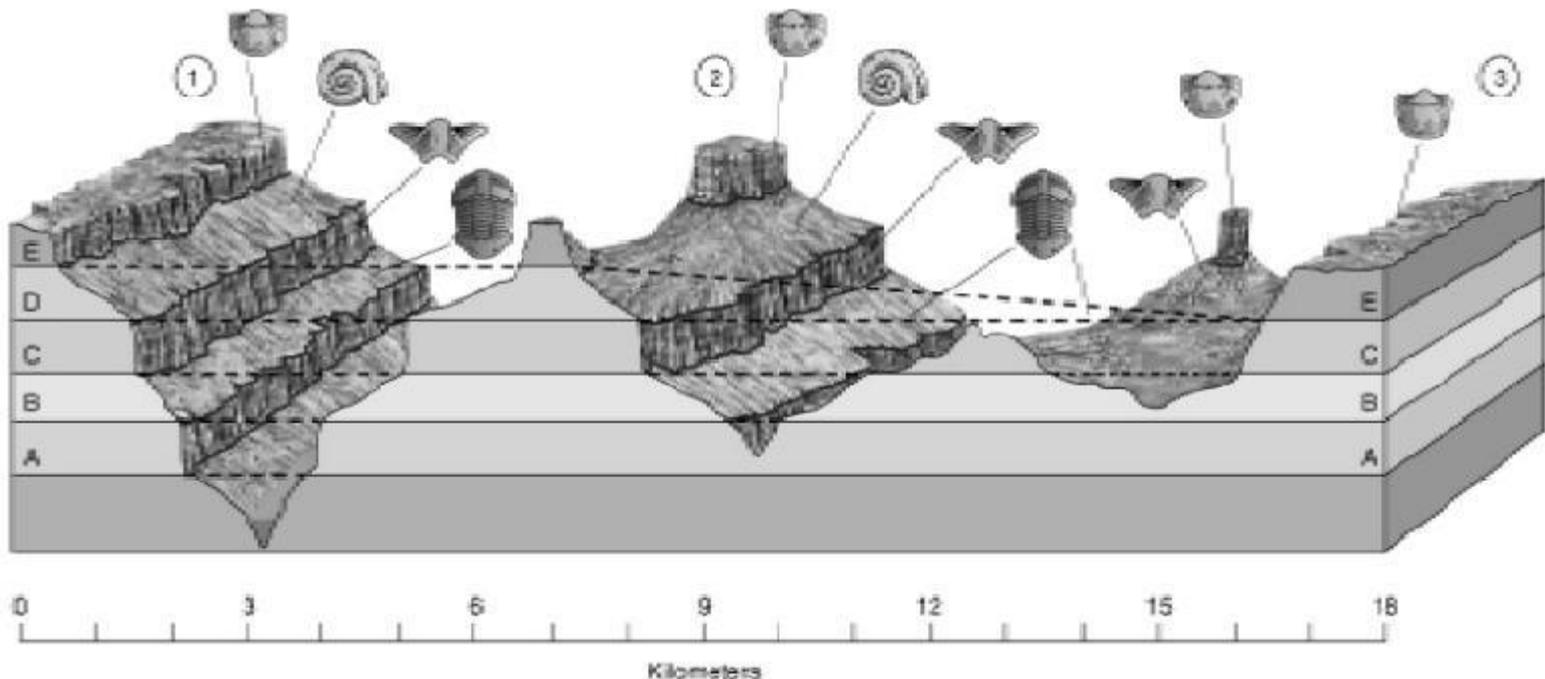


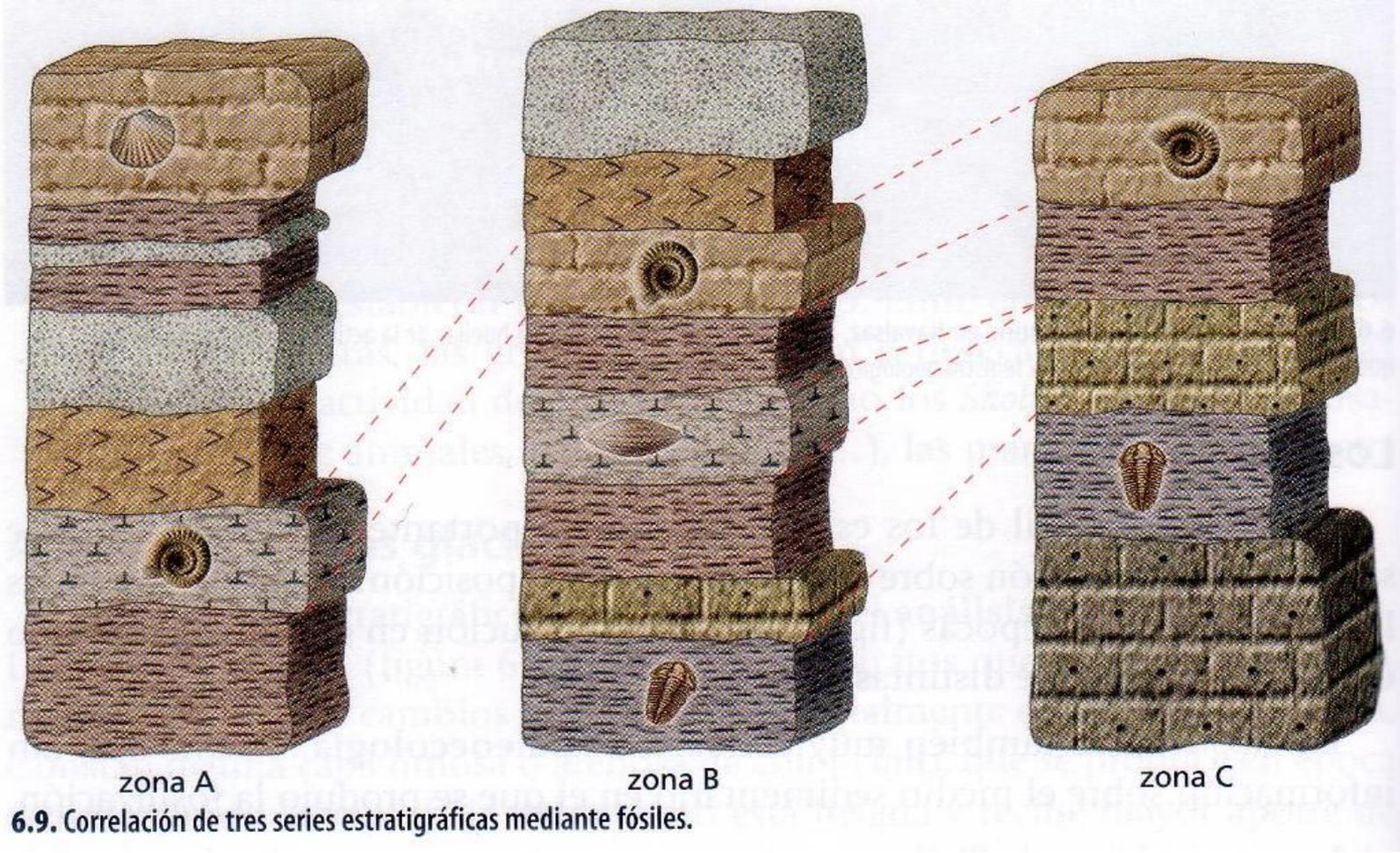


PRINCIPIO DE SUCESIÓN FAUNÍSTICA

Los estratos que se depositaron en diferentes épocas geológicas contienen distintos fósiles.

De igual manera las capas que contienen fósiles pertenecientes a los mismos taxones, aunque sean de diferente litología, serán de la misma edad. (Smith (1778))

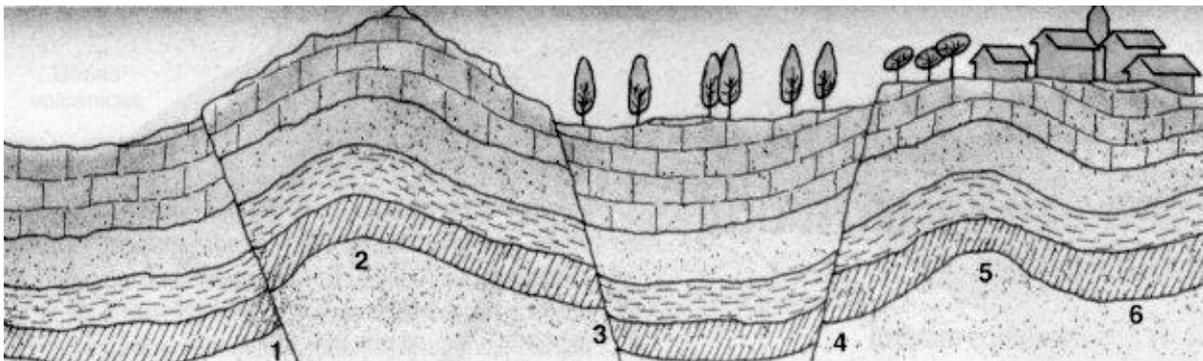
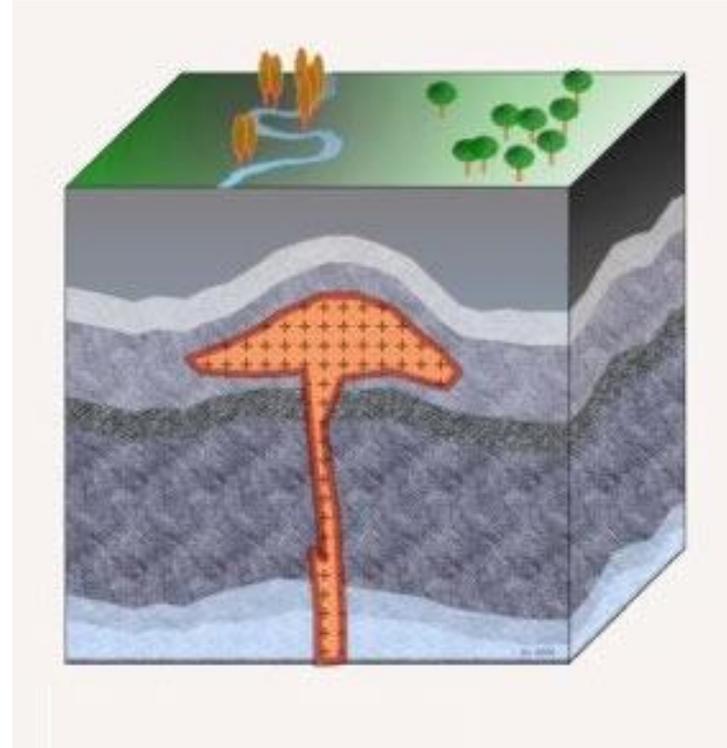




6.9. Correlación de tres series estratigráficas mediante fósiles.

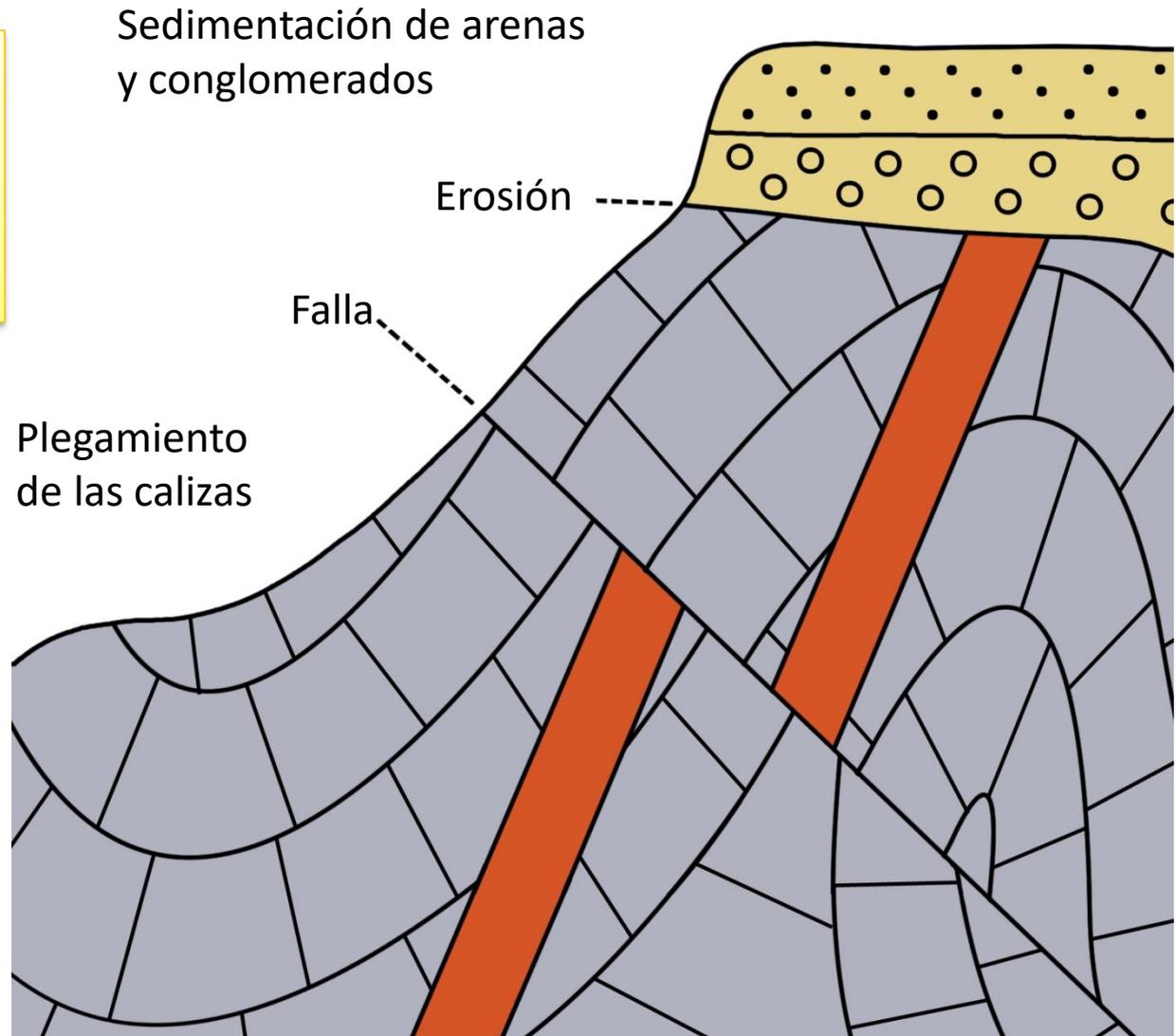
PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS

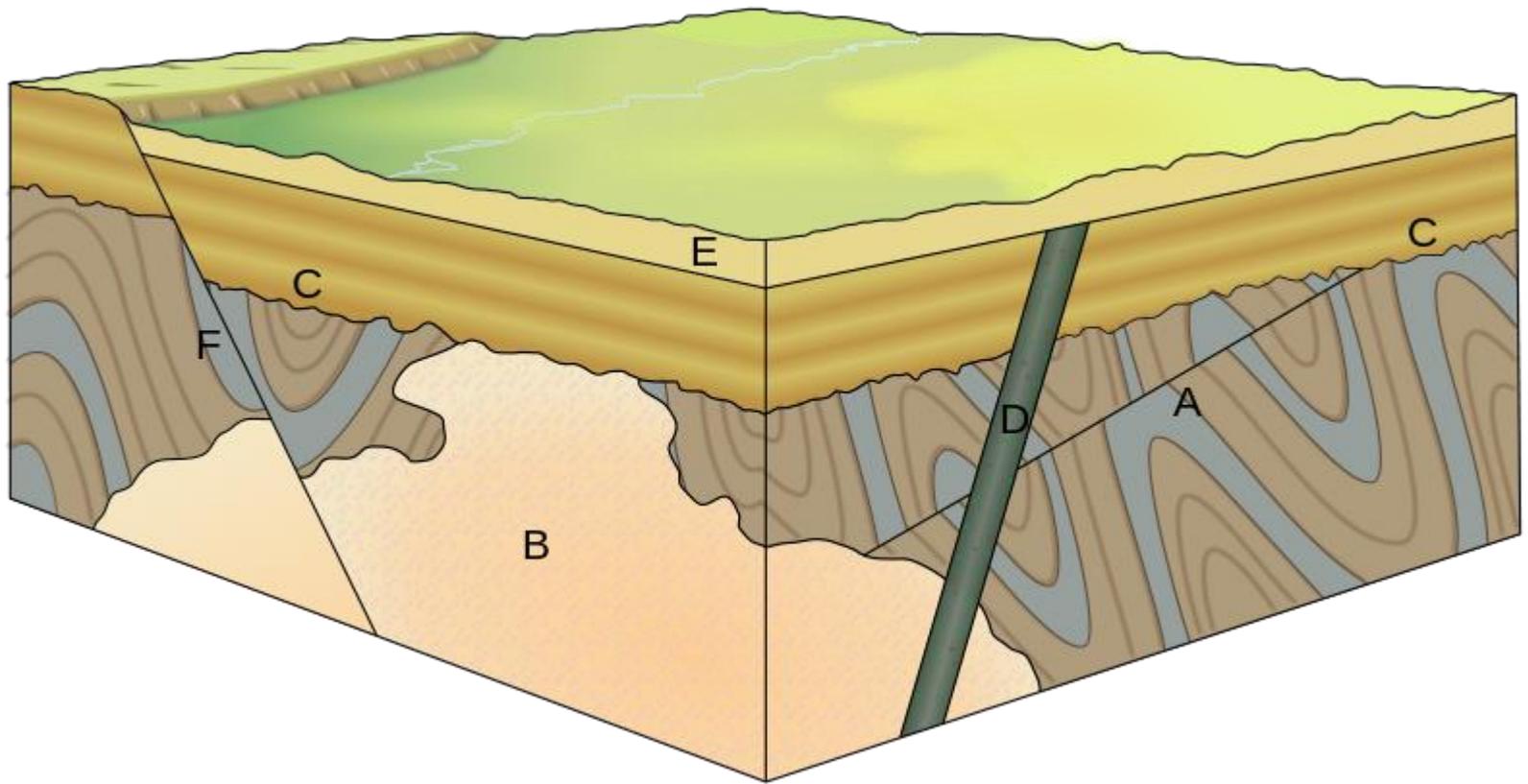
Todo proceso o estructura geológica es más moderno que las rocas o estructuras a las que afecta y más antiguo que las rocas o estructuras a las que no afecta.



En la imagen resulta obvio que los pliegues y fallas de este terreno son posteriores a la formación de los estratos de rocas.

Un acontecimiento es más joven que las rocas a las que afecta y más antiguo que las rocas que no han sido afectadas por él.





ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

- Estructuras sedimentaria es la orientación o disposición geométrica de los elementos que constituyen el sedimento o roca. Se originan en el interior del sedimento y en la interfase agua/sedimento o aire/sedimento.
- Es consecuencia de agentes geológicos (viento, agua...) y de procesos físicos, químicos y biológicos. Son pues el reflejo de los procesos sedimentarios tanto de los transportes, como los de la sedimentación o de la diagénesis (después del enterramiento).
- Su estructura e interpretación se basa en el principio del actualismo, los fenómenos que hoy están actuando han producido los mismos en el pasado.
- No todas las estructuras llegan a fosilizar, depende del equilibrio entre la estructura y el ambiente donde se forma, ya que puede haber destrucción o modificación de las estructuras.
- Se clasifican en: Estructuras primarias y estructuras secundarias

Estructuras Primarias.

Formadas durante el depósito de los sedimentos

Laminación

Planos de estratificación muy cercanos entre sí (mm). Solo se observa en rocas de grano fino.

Estratificación

Planos de estratificación mas separados entre sí (cm o metros)

Estructuras Secundarias

Formadas durante los procesos de diagénesis o posterior al depósito y a la formación de las rocas.

1. Estructuras de Ordenamiento Interno

Estratificación y Laminación

Rizaduras de corriente (ripple marks)

Granoselección

2. Estructuras sobre la superficie de estratificación conservadas en base de estrato superior (o cima de inferior)

Marcas por diversos agentes

gotas de lluvia

grietas de desecación

huellas de cristales

Canales de erosión

Marcas de corriente

producidas por erosión de la corriente

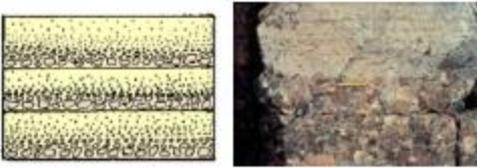
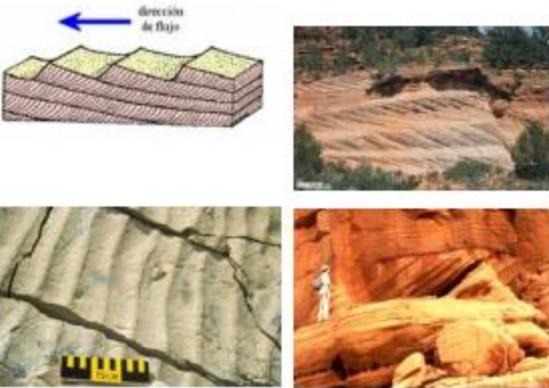
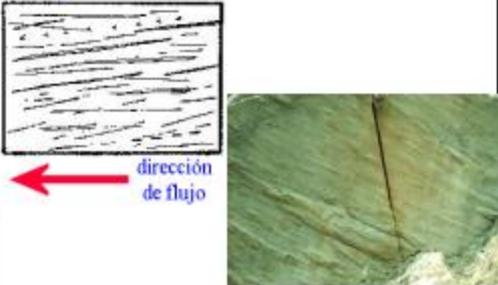
erosión de un objeto llevado por la corriente)

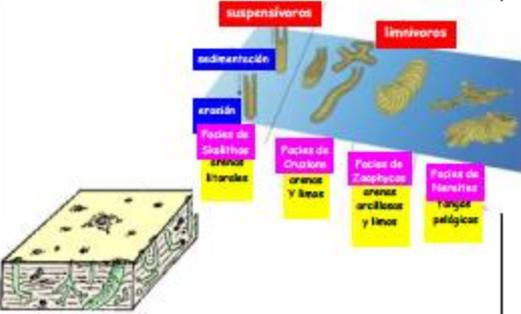
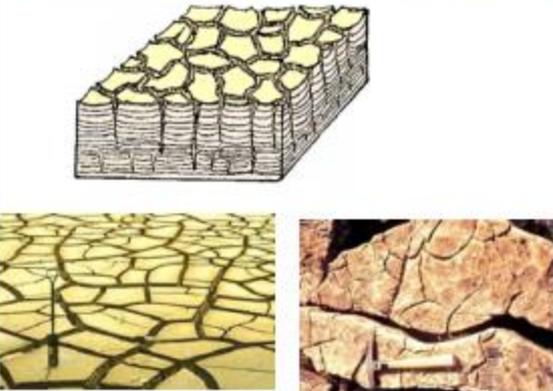
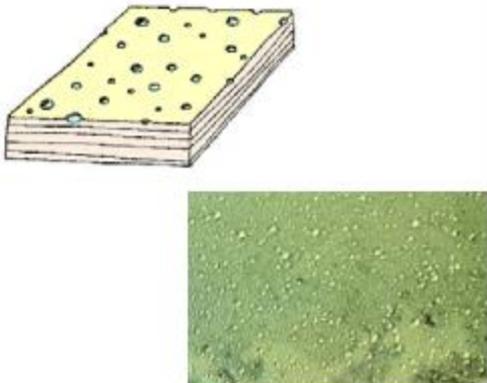
3. Estructuras Orgánicas

Estromatolitos

Fósiles

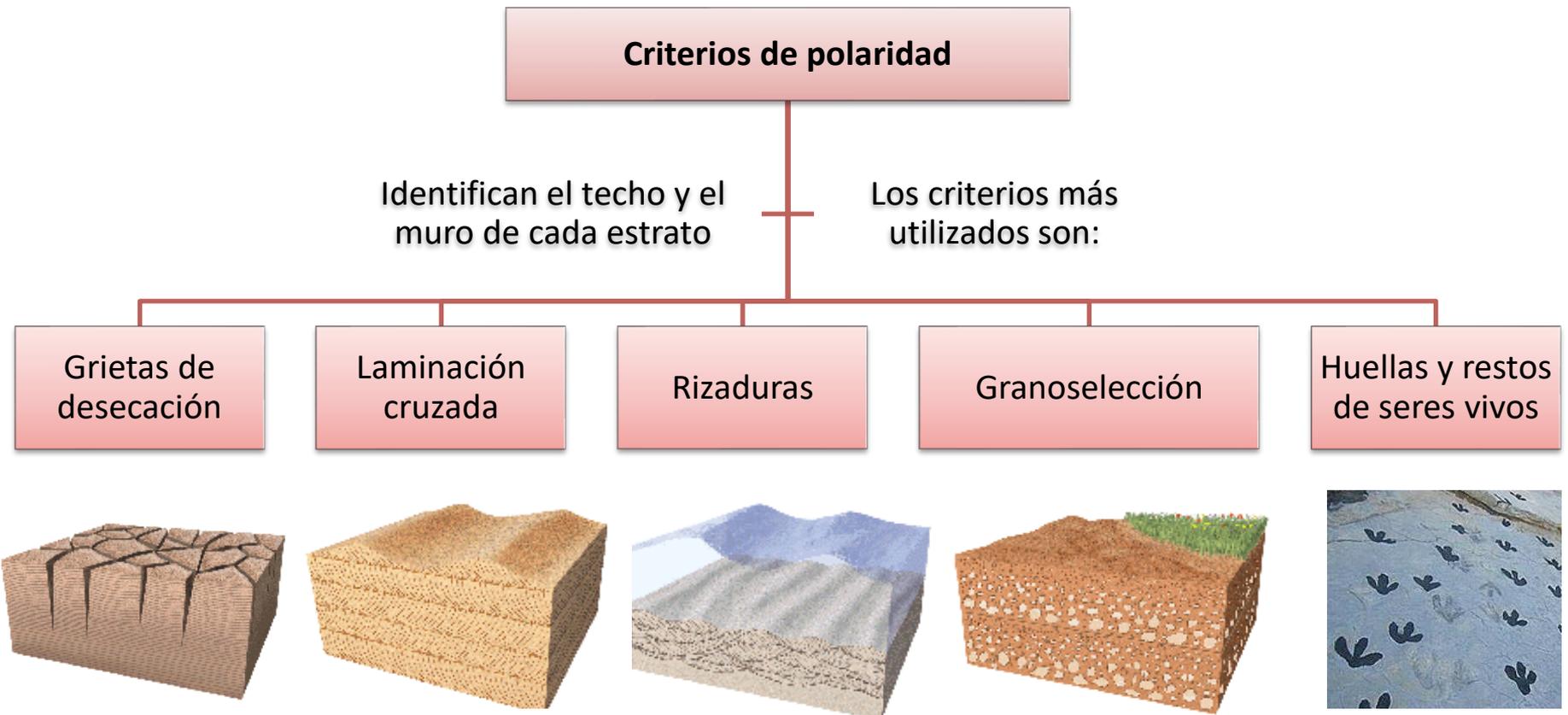
Pistas, Huellas

Estructura Sedimentaria	Ejemplo	Estructura Sedimentaria	Ejemplo
Laminación / Estratificación		Granoclasificación	
Laminación Cruzada / Ripples		Flute Marks (Vórtices)	 
Imbricación		Tool Marks - Groove Cast (Marcas de Arrastre - Acanaladuras)	

Estructura Sedimentaria	Ejemplo	Estructura Sedimentaria	Ejemplo
<p>Estromatolitos</p>		<p>Burrows (Bioturbación)</p>	
<p>Mud Cracks (Grietas de Deseccación)</p>		<p>Rain Drops (Gotas de Lluvia)</p>	
<p>Load Cast (Marcas de Compactación o de Carga)</p>		<p>Moldes de Cristales</p>	

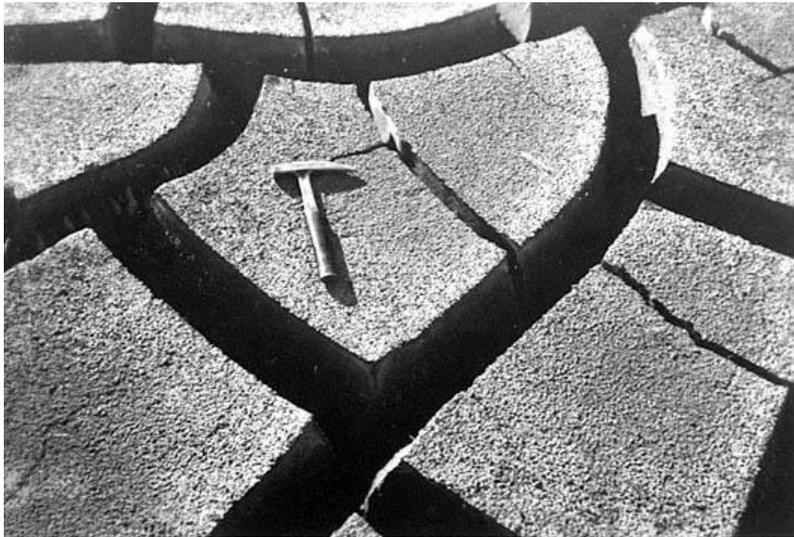
CRITERIOS DE POLARIDAD DE LOS ESTRATOS

Puede ocurrir que los estratos hayan sido plegados o invertidos. Entonces no vale el principio de superposición, y necesitamos criterios de polaridad para localizar el techo y el muro de cada estrato. Estos criterios se basan en el estudio de las estructuras sedimentarias presentes en el techo y muro de cada estrato



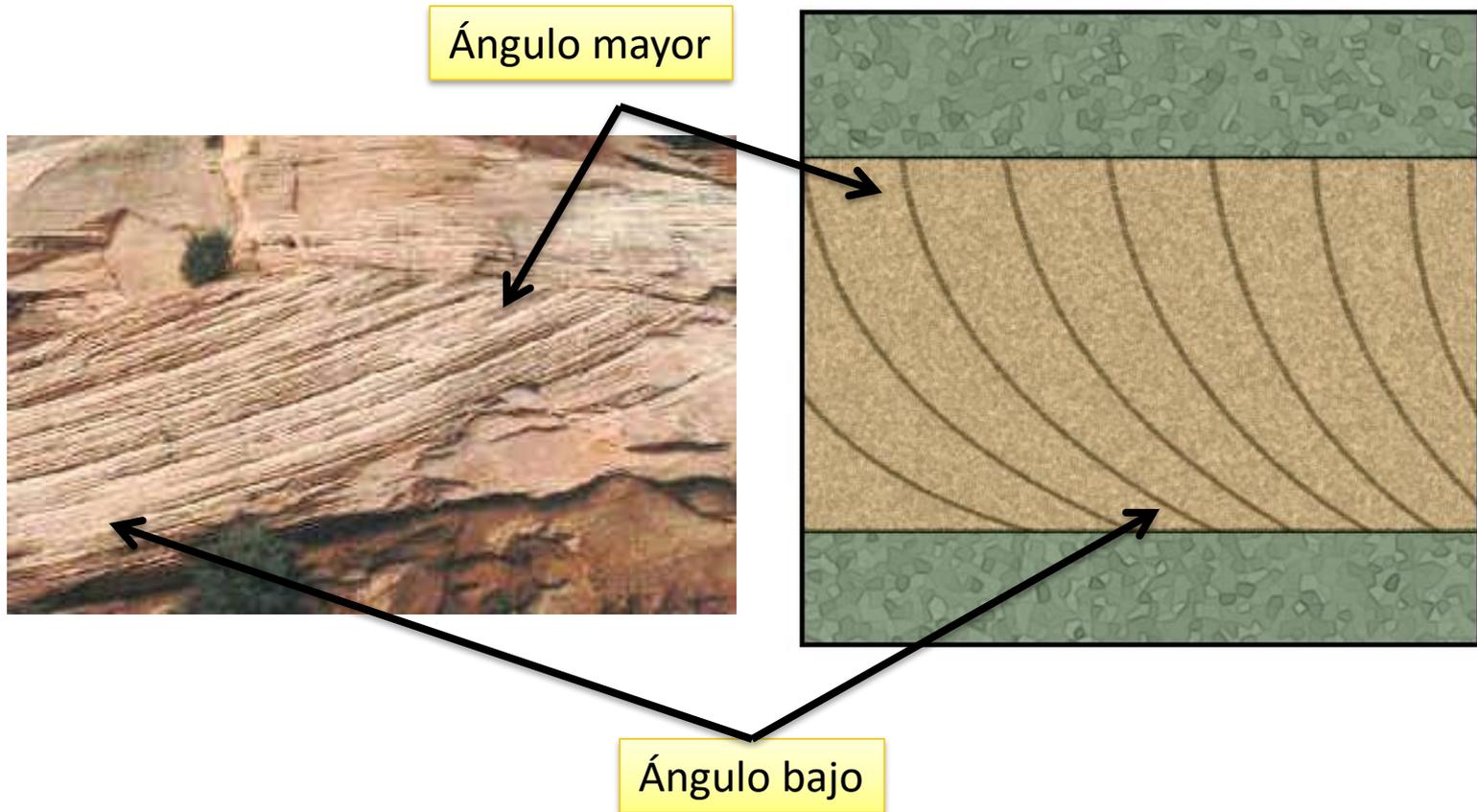
GRIETAS DE RETRACCIÓN O DESECACIÓN.

El perfil de la grieta es en V y su longitud depende del espesor del material afectado por el agrietamiento. Se originan en materiales fangoso-arcillosos que se secan en contacto con la atmósfera. Al perder agua por evaporación los minerales de la arcilla, el material se contrae y, por tanto, se agrieta. Las grietas de desecación sirven como criterio de polaridad y, en parte, como criterio paleoambiental, ya que aparecen preferentemente en bordes de lagos, canales abandonados y llanuras de inundación de ríos, y parte superior de las llanuras mareales. Cuando se rellenan de un material suprayacente, se obtiene el calco de estas huellas en el muro del estrato superior.



LAMINACIÓN CRUZADA

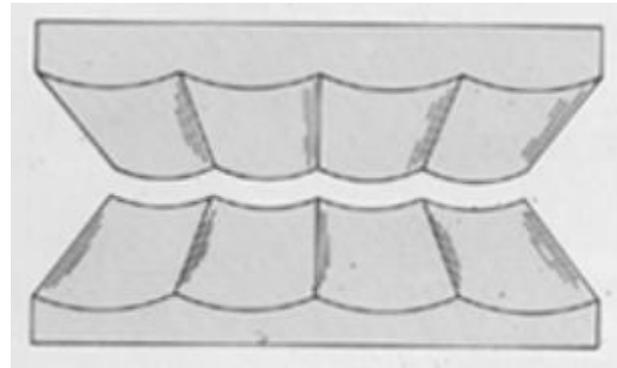
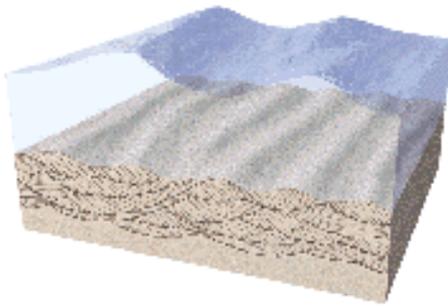
Cuando los pequeños ripples o las grandes dunas avanzan, generan una serie de láminas o capas oblicuas en su interior. Estas láminas o estratificaciones cruzadas forman con el muro un ángulo muy bajo que aumenta progresivamente hacia el techo.



RIZADURAS

Formadas por el oleaje o por el viento, presentan crestas más agudas hacia el techo y redondeadas hacia el muro

RIZADURAS



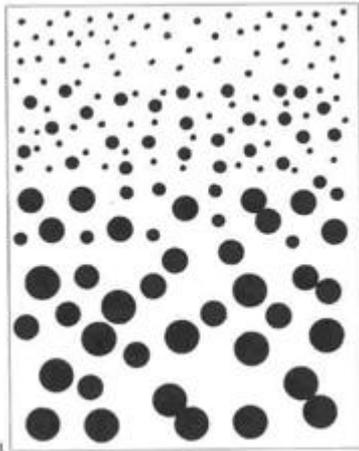
Estrato superior

Estrato inferior

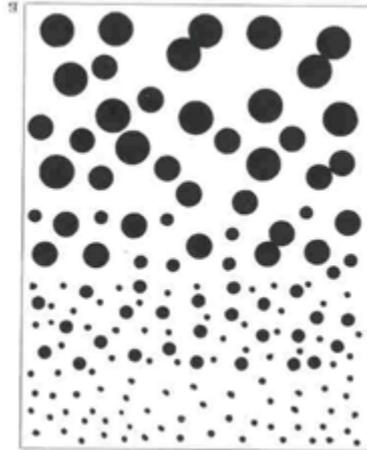


GRANOSELECCIÓN

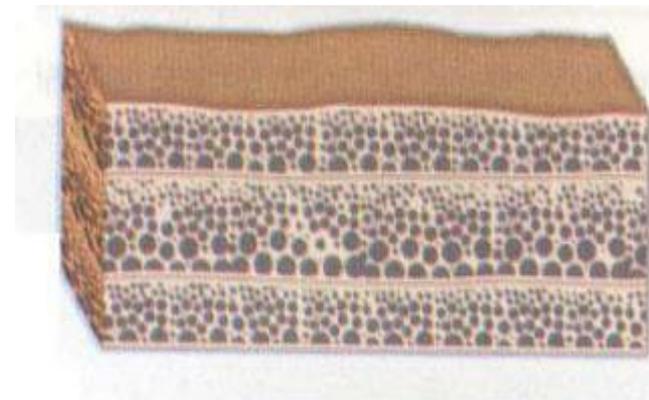
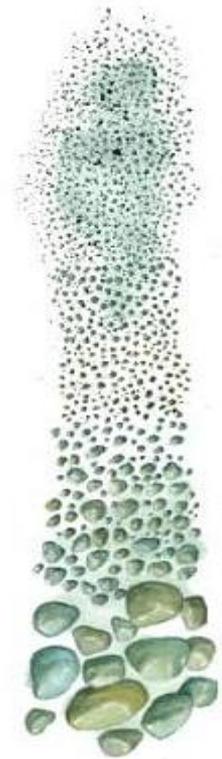
Corresponde a una variación ordenada en el tamaño de grano dentro de un mismo estrato. Se designa como “**normal**” cuando hacia la base (MURO) del estrato hay mayor proporción de material grueso, el cual disminuye paulatinamente hacia la cima (TECHO), en donde este domina en proporción con el material grueso. Se llama “**inversa**” cuando la **abundancia de finos** es hacia la base (MURO) y los gruesos hacia la cima (TECHO).



granoselección normal



granoselección inversa



FÓSILES

Algunos fósiles, por lo general árboles o corales, se han conservado en la posición que mantenían en vida. Así, en el primer caso, la posición de las raíces nos marca el muro. Si encontramos fósiles de distinta edad en estratos contiguos, podremos establecer su polaridad basándonos en esto. Por ejemplo, unos estratos con nummulites (era Terciaria) son más modernos que otros con ammonites (era Secundaria).

VALVAS DE ALGUNOS ORGANISMOS.

Las valvas desarticuladas (seltas una con respecto a la otra) se depositan por la acción de las corrientes de agua con su lado convexo hacia arriba



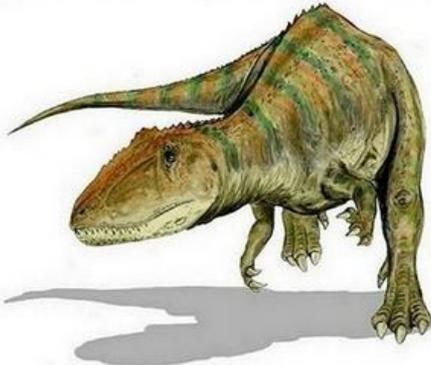
CORALES. Generalmente los corales solitarios, cuando estos se cementan al sustrato, están normalmente orientados con su parte cónica hacia abajo, ensanchándose hacia arriba

HUELLAS Y PISTAS. Tanto las huellas producidas por un vertebrado cuando camina sobre la superficie de un sedimento no consolidado, como las pistas dejadas por gusanos y otros invertebrados que se arrastran por el fondo marino generan huecos o cavidades en el techo de los estratos. Cuando estas se rellenan por el sedimento depositado encima, se forma un altorrelieve en el muro de este nuevo estrato.



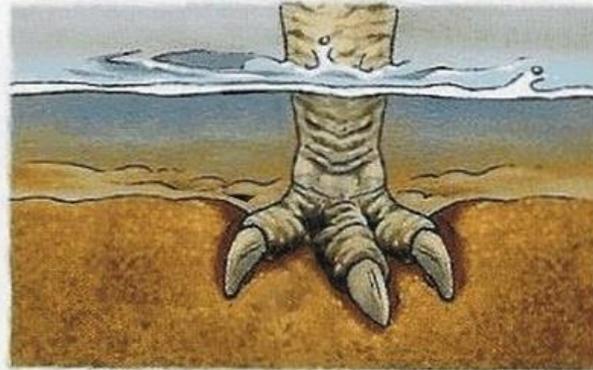
Formación de icnitas

En el cretácico, hace unos 95 millones de años



Carnotaurus

Dibujo Nobu Tamura

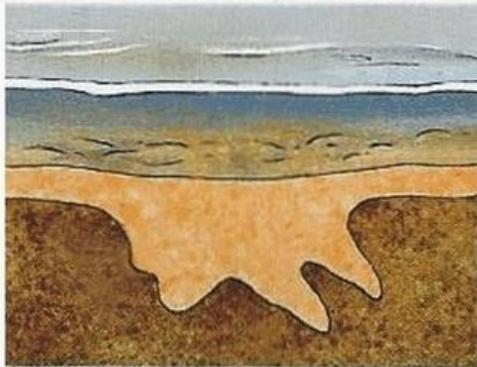


Un dinosaurio cruza una laguna



y deja sus huellas en el sedimento blando

Millones de años más tarde



Una nueva capa de sedimento cubre y rellena la huella



El sedimento acumulado se ha transformado en roca sedimentaria

Hoy



La erosión o ... ha quitado estratos de rocas, el molde de la huella fósil se encuentra al aire libre

Hoy

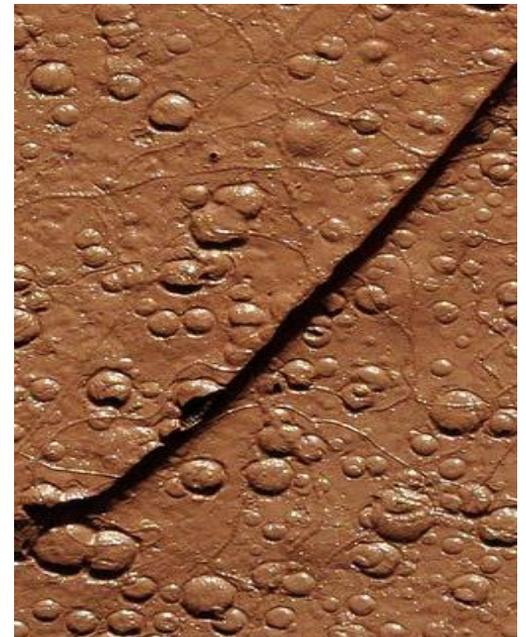


Otras estructuras sedimentarias que pueden utilizarse como criterio de polaridad

MARCAS DE GOTAS DE LLUVIA (“rain-drop impresions”)

Sobre superficies superiores de estratificación, en fangos, limos y areniscas, pueden aparecer pequeñas “impresiones” circulares correspondientes a impactos de gotas de lluvia, están comúnmente asociadas a grietas de desecación por lo que, aparte de criterios de polaridad, indican paleoambientes similares a las de aquéllas.

Generalmente sólo se encuentran fósiles los contramoldes en el muro del estrato superior. Se han confundido desde con pequeñas burbujas de escape de fluidos, hasta con huellas de actividad orgánica.



MARCAS DE CORRIENTE. Las corrientes acuosas, al desplazarse sobre un sedimento no consolidado, generan huellas (entrantes), debidas a remolinos (*flute cast*) o a impactos o arrastre de cantos (*groove mark, prod mark*). Al rellenarse dichas huellas, cuando se deposita el estrato siguiente, se forman salientes en el muro de este estrato que son más fáciles de observar.

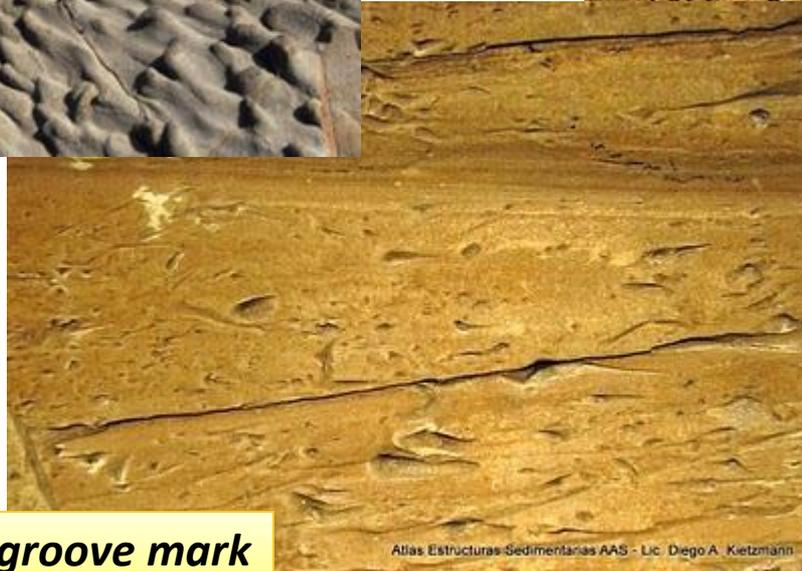
flute cast



prod mark



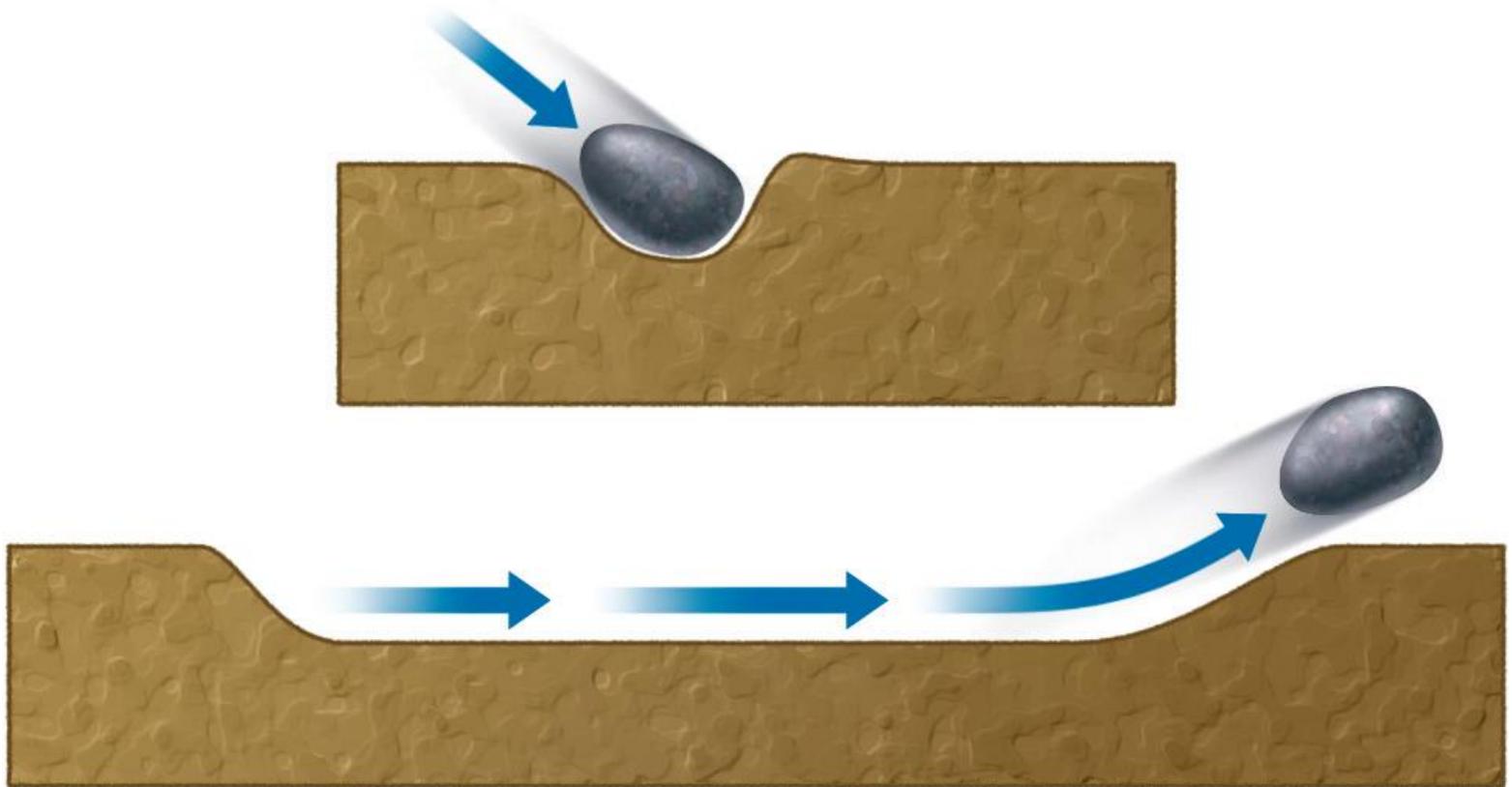
groove mark



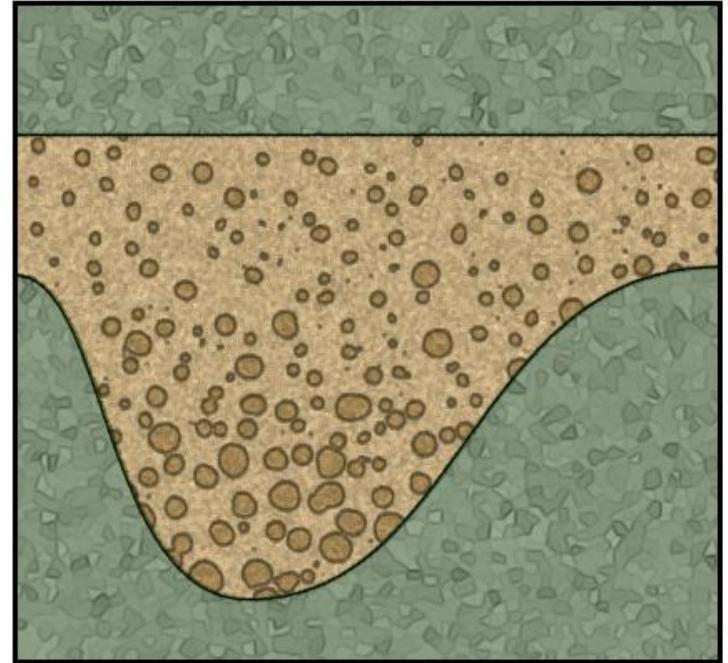
Atlas Estructuras Sedimentarias AAS - Lic. Diego A. Kietzmann

Atlas Estructuras Sedimentarias AAS - Lic. Diego A. Kietzmann

Formación de un *groove mark*. Además de criterio de polaridad nos indica la dirección de la corriente de agua que arrastró el canto.



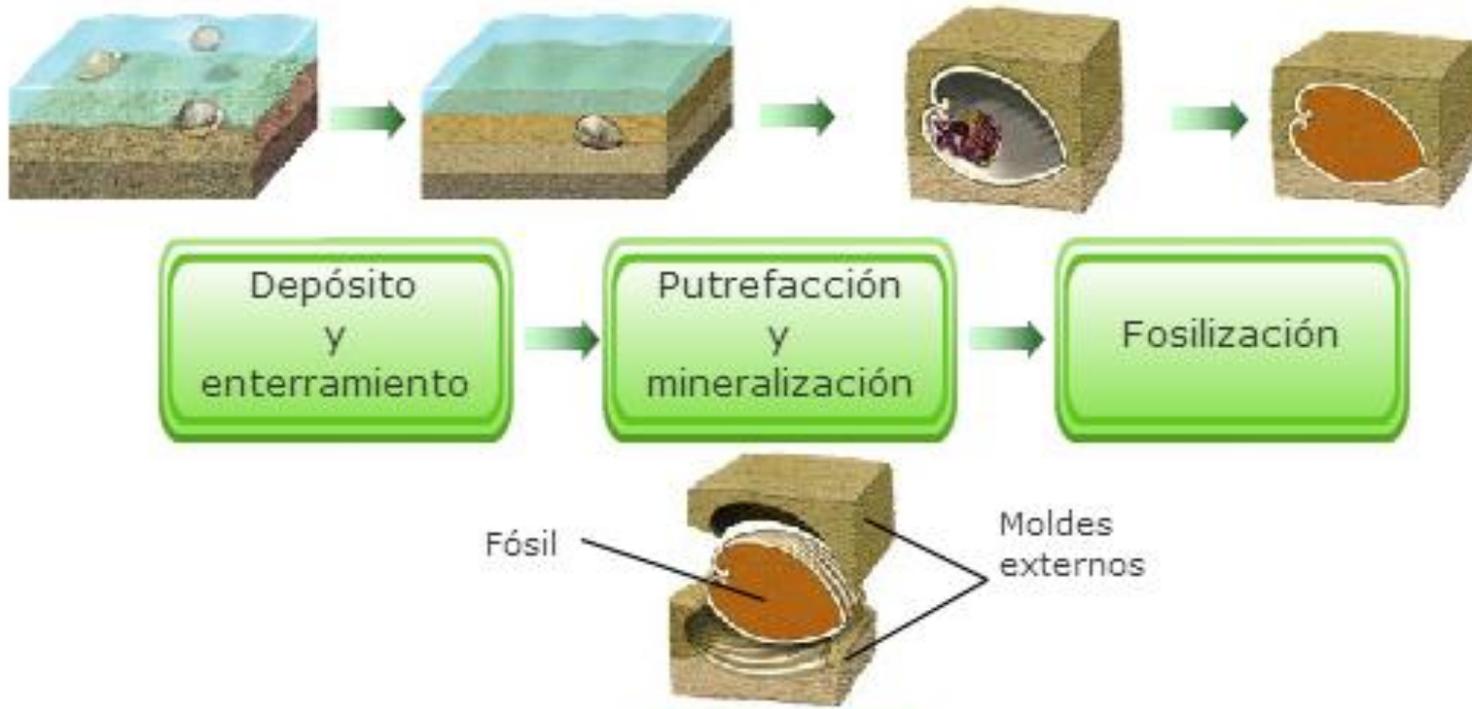
CANALES DE EROSIÓN. Estos canales, que generalmente se forman por erosión, son posteriormente llenados por sedimentos diferentes. El lado cóncavo del canal apunta normalmente hacia arriba. Los bordes de las capas depositadas del nuevo relleno están dirigidas hacia el tope original de la secuencia



Relleno de canales.

DATACIÓN POR FÓSILES

Fosilización es el conjunto de procesos que hacen que un organismo, alguna de sus partes o los rastros de su actividad, pasen a formar parte del registro fósil. Su escala de duración se mide en millones de años.



Para que un fósil se produzca debe pasar por diferentes etapas:

1.- El animal muere por causas naturales o no naturales.

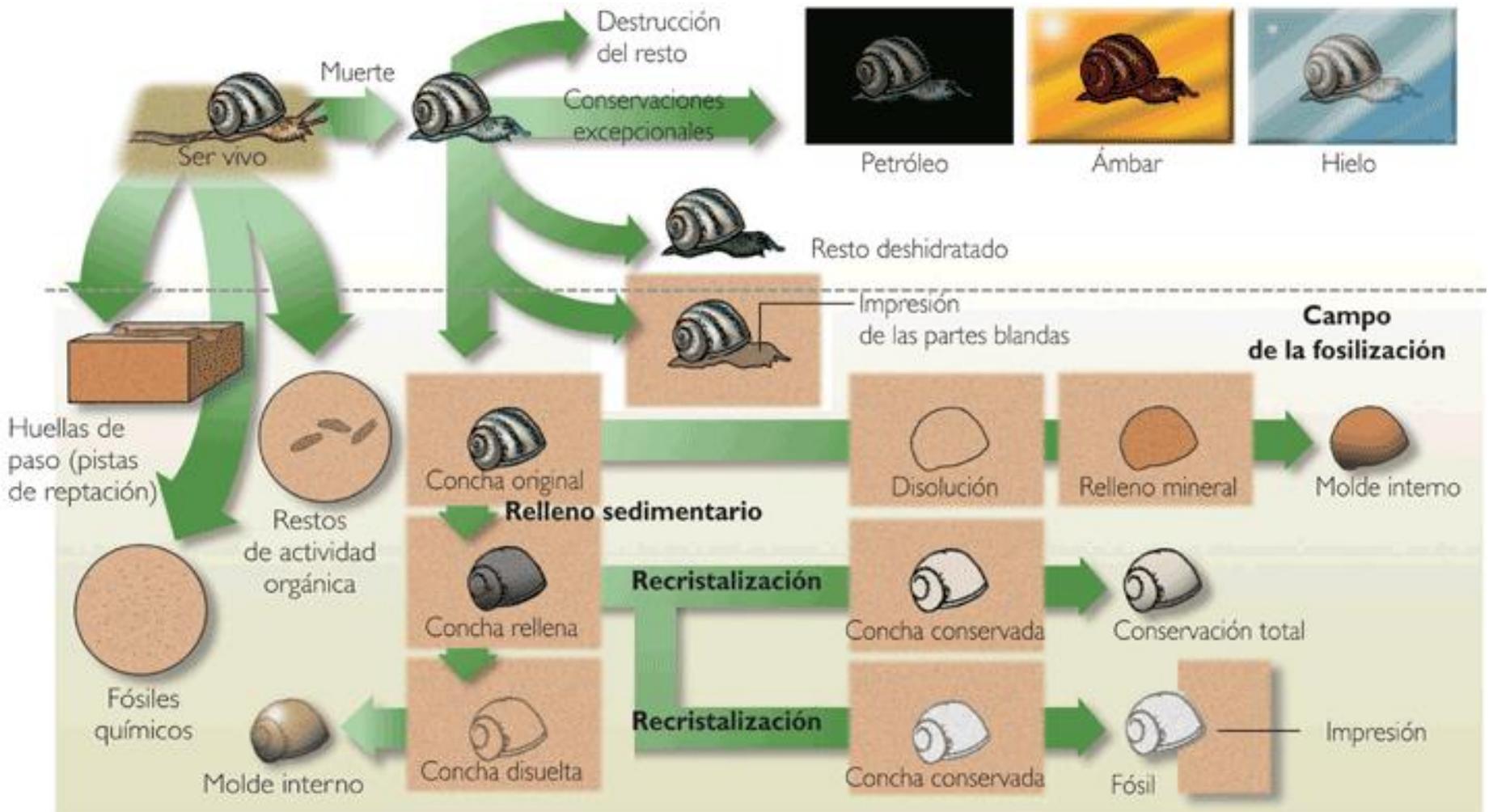
2.- Los agentes erosivos (viento, agua, etc.), las bacterias, o los carroñeros; destruyen el cuerpo descomponiendo sus partes blandas y diseminando otras en el entorno en que vivía.

3.- Su cuerpo es sepultado en zonas continentales o en los lechos marinos, donde es cubierto por sedimentos (barro, arena, ceniza volcánica, etc.).

4.- El agua que escurre entre las rocas y los sedimentos en donde esta sepultado el animal, arrastra minerales que penetran los huesos o los caparazones, mineralizándolos poco a poco.

5.- Los sedimentos se compactan y se vuelven más duros, sufriendo a lo largo del tiempo diversos movimientos (levantamientos o hundimientos), alterando las capas sedimentarias.

Los restos ya fosilizados del animal son levantados y expuestos en las capas superficiales, en donde los agentes erosivos, se encargan de dejarlo a la vista, para que paleontólogos se preocupen de su extracción.



TIPOS DE FOSILIZACIÓN

Reemplazo

Los componentes de la estructura original se van intercambiando molécula por molécula por minerales. Este proceso puede completarse al 100% o conservar parte de la composición química original.



Molde

Vestigios de la presencia o actividad de un organismo. (huevos, coprolitos, pisadas, moldes de vegetales, excavaciones, etc.)



Preservación

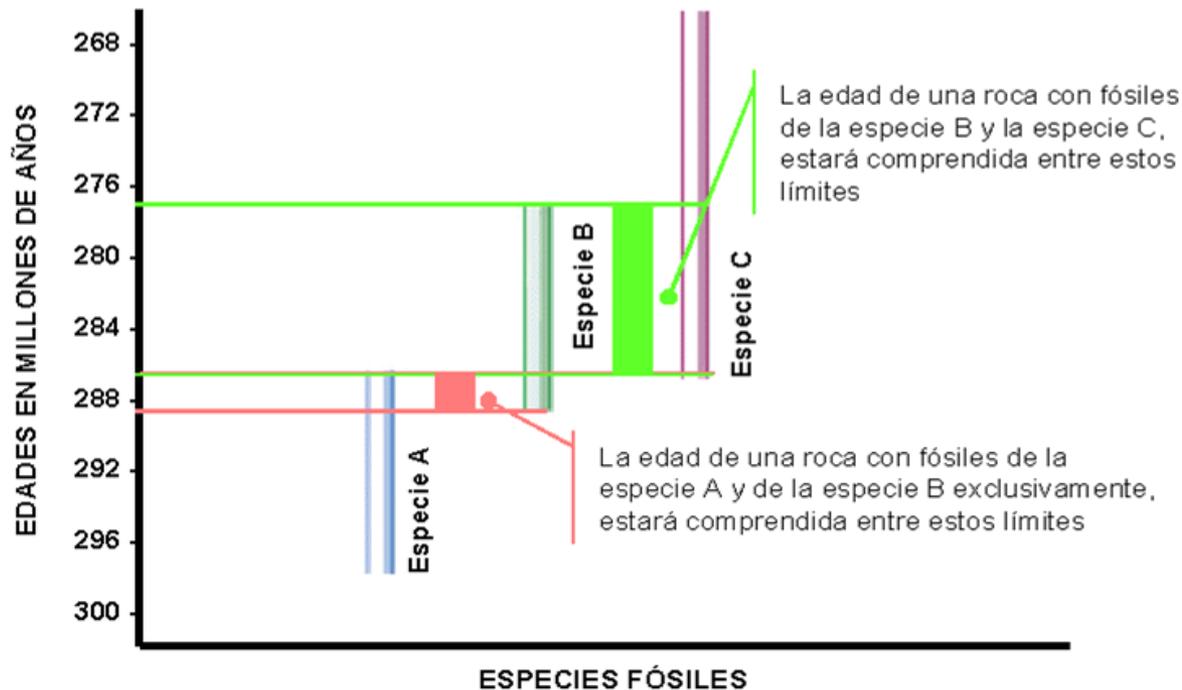
La capacidad que tienen algunas sustancias de aislar y proteger los tejidos orgánicos.

Ejemplos: Ámbar, asfalto, hielo, etc.



Los fósiles son una valiosa fuente de información. A partir de su estudio se puede conocer:

- **La vida en el pasado:** cómo eran los seres vivos, su forma de vida, su distribución, etc.
- **El ambiente de formación de la roca:** oceánico o continental, de clima frío o cálido, etc.
- **Cuándo se formó la roca que lo contiene:** algunos fósiles sirven para datar las rocas que los contienen (fósiles-guía). Si sabemos de que época es el fósil, sabemos de cuando es la roca



Algunos seres vivos lograron colonizar grandes extensiones y vivieron durante breves periodos de tiempo. Los fósiles formados a partir de este tipo de seres vivos se les conoce como **fósil guía** o **fósil característico**.

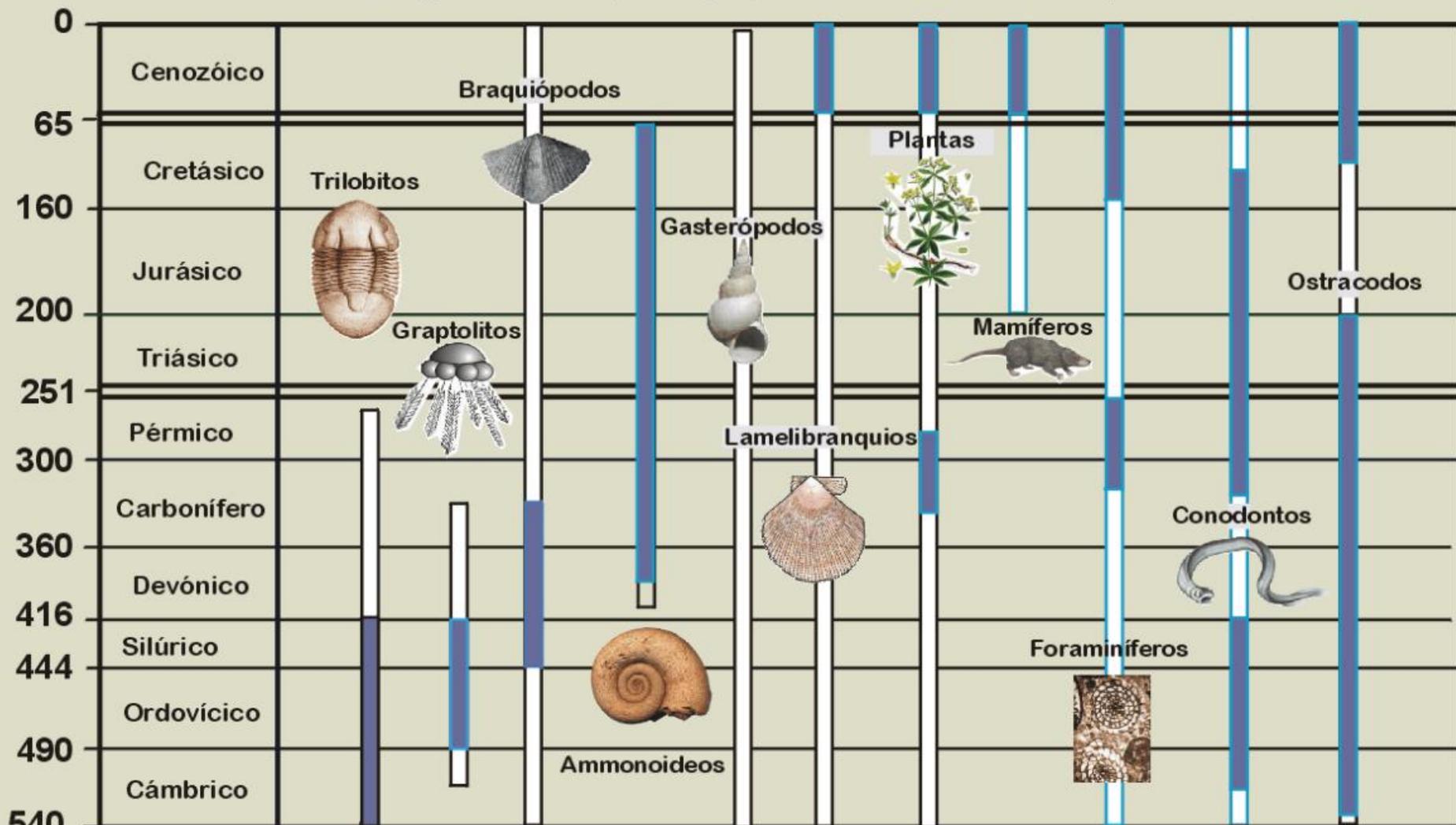
Estos fósiles se utilizan para relacionar rocas con un determinado tiempo geológico.

Además, sirve para establecer la **cronología relativa** entre rocas. Cuando se comparan dos rocas con fósiles, la más antigua será aquella que contenga el fósil más antiguo.

Los fósiles-guía deben tener como características principales:

1. Vivieron durante un período muy corto
2. Amplia distribución geográfica
3. Se encuentran en muchos tipos de rocas
4. Muy abundantes en sus ecosistemas
5. Fáciles de identificar y encontrar en los estratos estudiados

Bioestratigrafía: Principales grupos de fósiles utilizados para la datación



 ←Repartición en el tiempo
 ←Periodo para el cual se utilizan

DATACIÓN POR METODOS SEDIMENTARIOS . TRANSGRESIONES Y REGRESIONES

Las transgresiones y regresiones marinas son, respectivamente, avances o retrocesos del mar respecto al continente. Los fósiles son muy buenos indicadores de los biomas y ecosistemas aunque existen otros criterios.

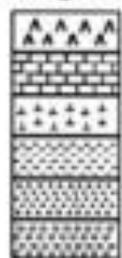
- **Series sedimentarias transgresivas:** se producen porque el mar invade el continente (movimientos epirogénicos o movimientos eustáticos). Es normal que en estas series nos encontremos grano fino sobre grano grueso, por ejemplo es frecuente que nos encontremos de abajo-arriba los siguientes materiales, yesos-conglomerados-areniscas-arcillas-margas-calizas- yesos.

- **Series sedimentarias regresivas:** retirada del mar, emersión del continente. En estas serie se sitúa el grano grueso sobre el grano fino, por ejemplo de abajo-arriba, yesos-calizas-margas-arcillasareniscas- conglomerados-yesos.

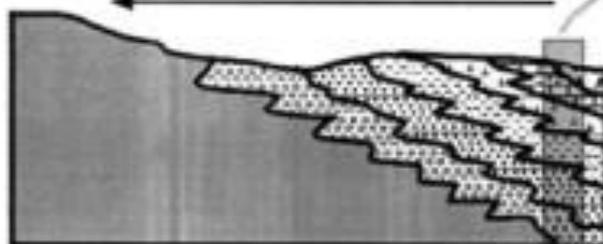
TRANSGRESIÓN

Yesos: medio lagunar
Calizas: medio marino
Margas: ambiente mixto
Arcillas: aguas someras
Areniscas: costa
Conglomerados: fluvial (continental)

Columna estratigráfica



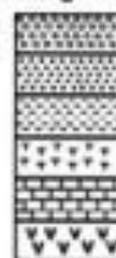
AVANCE DEL MAR



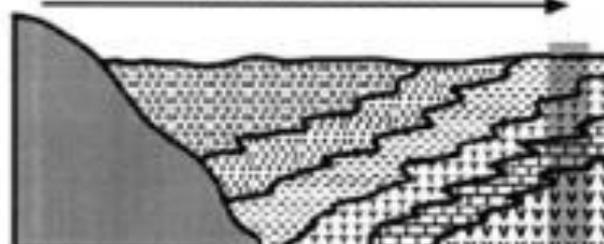
REGRESIÓN

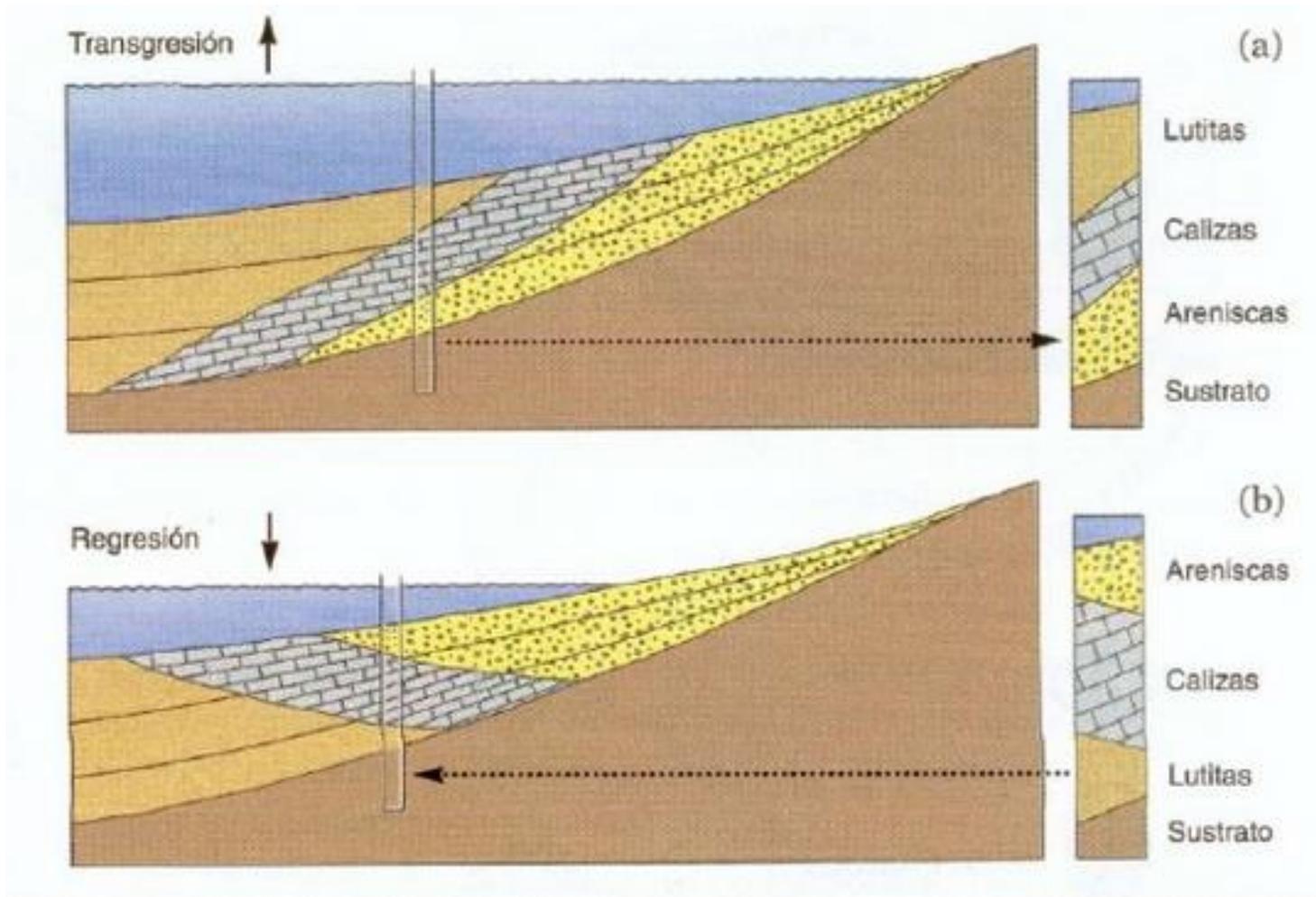
Conglomerados
Areniscas
Arcillas
Margas
Calizas
Yesos

Columna estratigráfica



RETROCESO DEL MAR



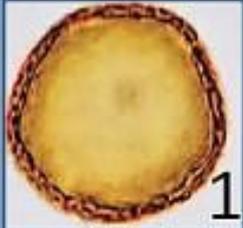


http://www.wwnorton.com/college/geo/animations/transgression_regression.htm

La datación polínica, conocida como **Palinología**, es una técnica utilizada por la **Paleobotánica** para obtener una datación relativa y se deriva de los estudios acerca del comportamiento del polen fosilizado.

Éste se conserva fácilmente durante largos períodos de tiempo y se suele encontrar con mayor frecuencia en turberas y humedales.

Estableciendo unas zonas polínicas y las variaciones climáticas, junto con su evolución en el tiempo, es posible generar unos diagramas polínicos con los cuales podremos comparar la composición polínica de un yacimiento o artefacto y, de este modo, conocer su cronología relativa.

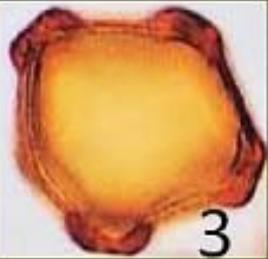


1



2

1 Plantago y 2 Ranunculus, comunes en zonas pantanosas

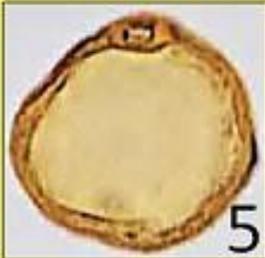


3

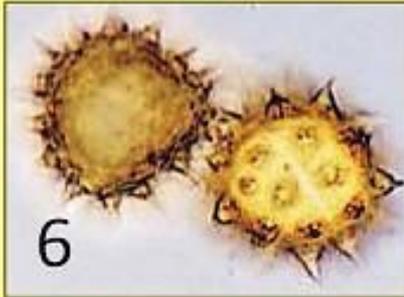


4

3 Alnus y 4 Melatomataceae, comunes en zonas boscosas



5



6

5 Poaceae y 6 Asteraceae, comunes en zonas de pàramo

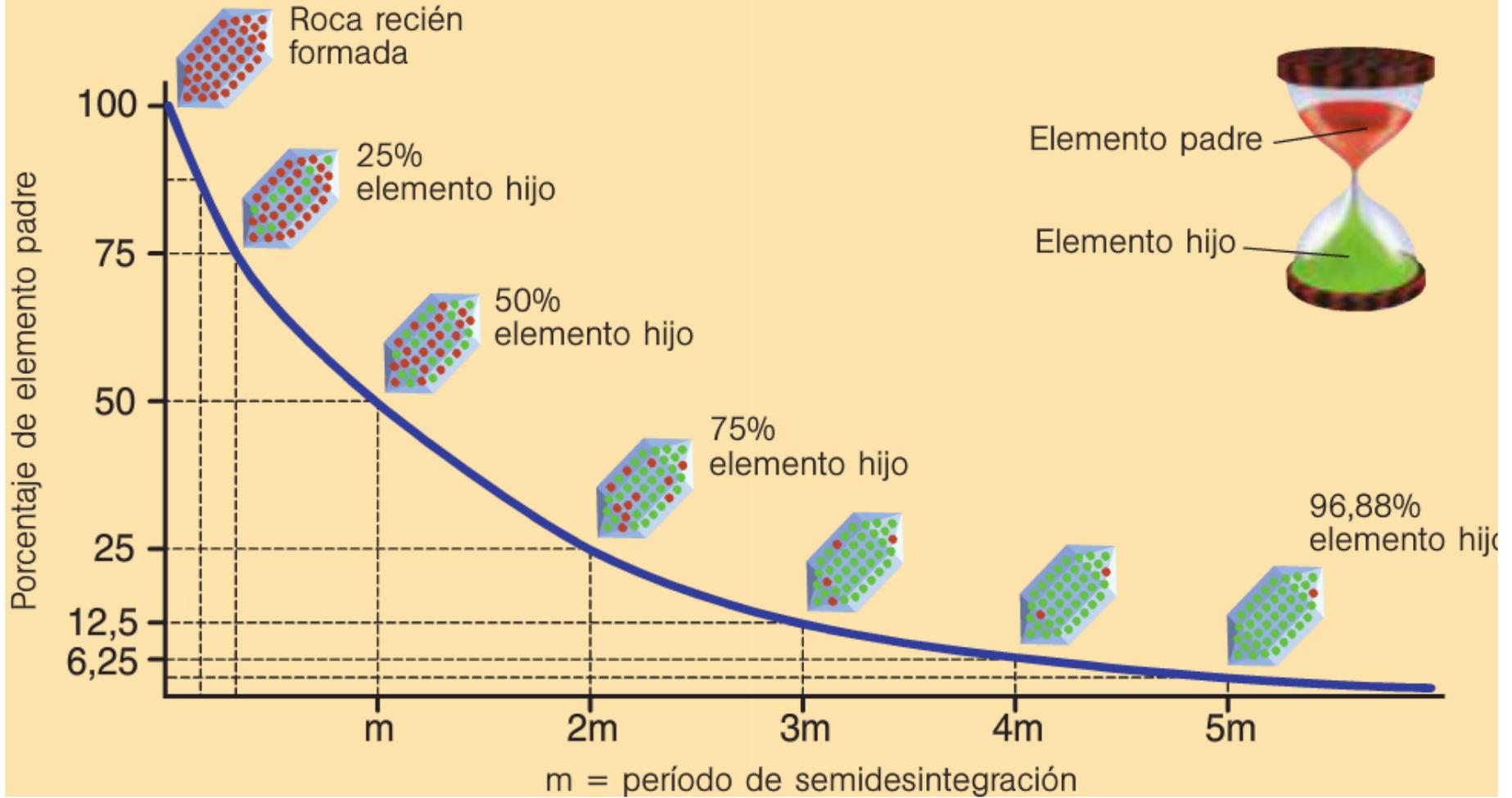
DATACIÓN ABSOLUTA



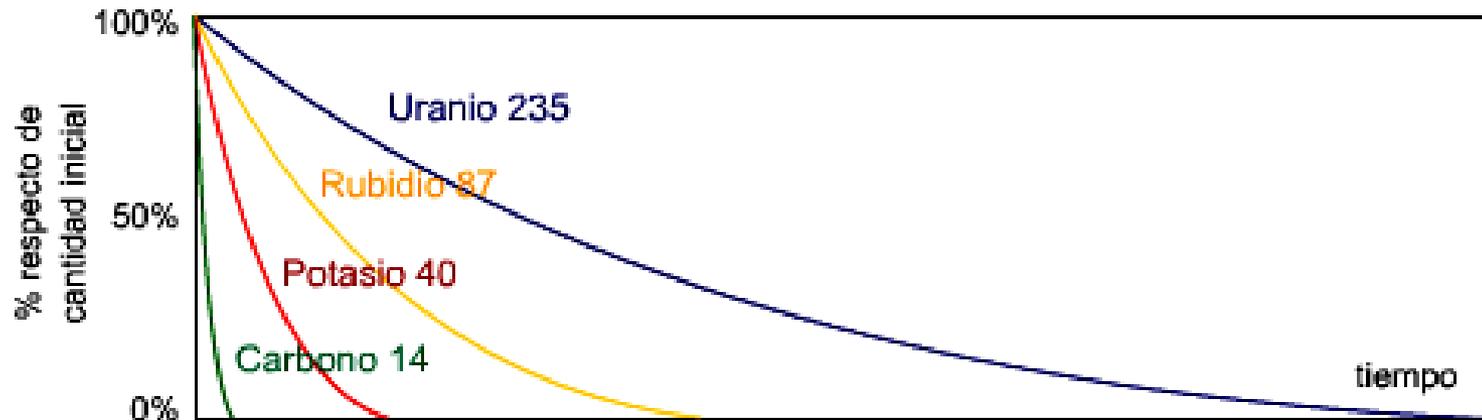
EL METODO RADIOMÉTRICO

- La **datación relativa** no permite conocer la edad real de las rocas y sus fósiles sino únicamente aventurar cuales son más antiguas y cuáles más modernas. Esto sólo es posible mediante la **datación absoluta**.
- El método de datación absoluta más utilizado es el **método radiométrico**, basado en el hecho de que los átomos de ciertos elementos químicos inestables (“elementos padre”) experimentan, con el tiempo, un proceso de desintegración radiactiva que los convierte en otros elementos químicos estables (“elementos hijo”).
- Este proceso transcurre a velocidades constantes, de ahí su utilidad en la datación
- El periodo de **semidesintegración**: tiempo en el que la mitad de los átomos de una muestra, se desintegran, es la medida que usamos para este tipo de dataciones.

DESINTEGRACIÓN RADIACTIVA



Los distintos elementos radiactivos tienen tiempos de semidesintegración diferentes y por lo tanto sirven para datar distintos periodos de tiempo.



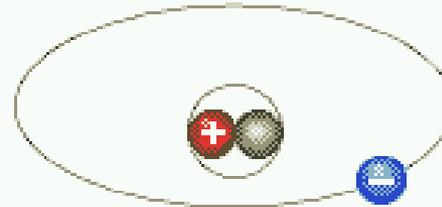
Uranio 235	713 ma	➔ Plomo 207
Rubidio 87	47 ma	➔ Estroncio 87
Potasio 40	1.27 ma	➔ Argón 40
Carbono 14	0.0057 ma	➔ Nitrógeno 14

vida media (*ma*=millones de años)



^1H Hidrógeno ligero (protio)

estable



^2H Hidrógeno pesado (deuterio)

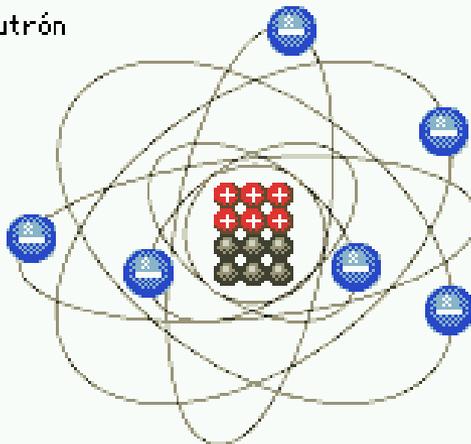
estable



^3H Hidrógeno de peso triple (tritio)

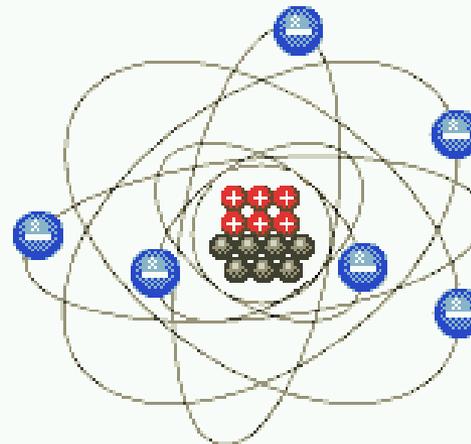
inestable (radiactivo)

-  Electrón
-  Protón
-  Neutrón



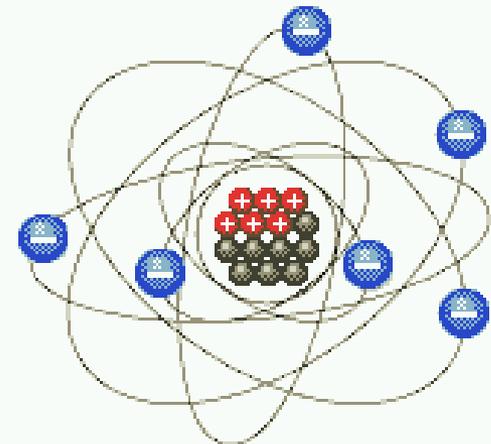
Carbono 12

estable



Carbono 13

estable



Carbono 14

inestable (radiactivo)

Reconstrucción de la historia de la Tierra Métodos de cronología absoluta

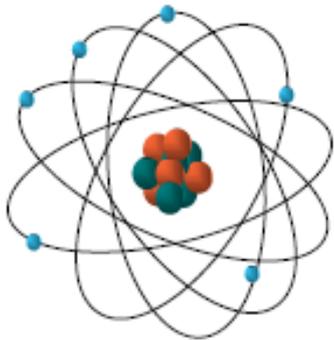


Los métodos radiométricos se basan en la desintegración de algunos elementos radiactivos presentes en minerales a un ritmo conocido.

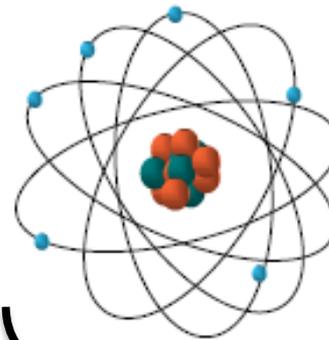
Las dataciones de material orgánico se suelen hacer con el método radiométrico del carbono 14.

Elemento inicial	Elemento final	Vida media	Aplicación
Uranio	Plomo	4.500 M.a.	En rocas metamórficas e ígneas antiguas
Rubidio	Estroncio	50.000 M.a.	En rocas muy antiguas
Potasio	Argón	1.310 M.a.	En rocas magmáticas
Carbono	Nitrógeno	5730 años	Arqueología. Edades de hasta 70.000 años

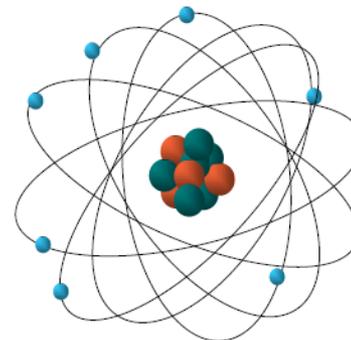
- Los elementos químicos se diferencian unos de otros por el número de protones que tienen en el núcleo.
- La suma de protones y neutrones constituyen lo que se llama masa atómica.
- Los isótopos de un elemento químico se diferencian por el número de neutrones que tienen.
- El carbono 14 puede emitir radiación transformándose en nitrógeno 14 cuando un neutrón se transforma en un protón y un electrón que sale del núcleo.



Átomo de carbono 12
6 protones
6 neutrones
6 electrones

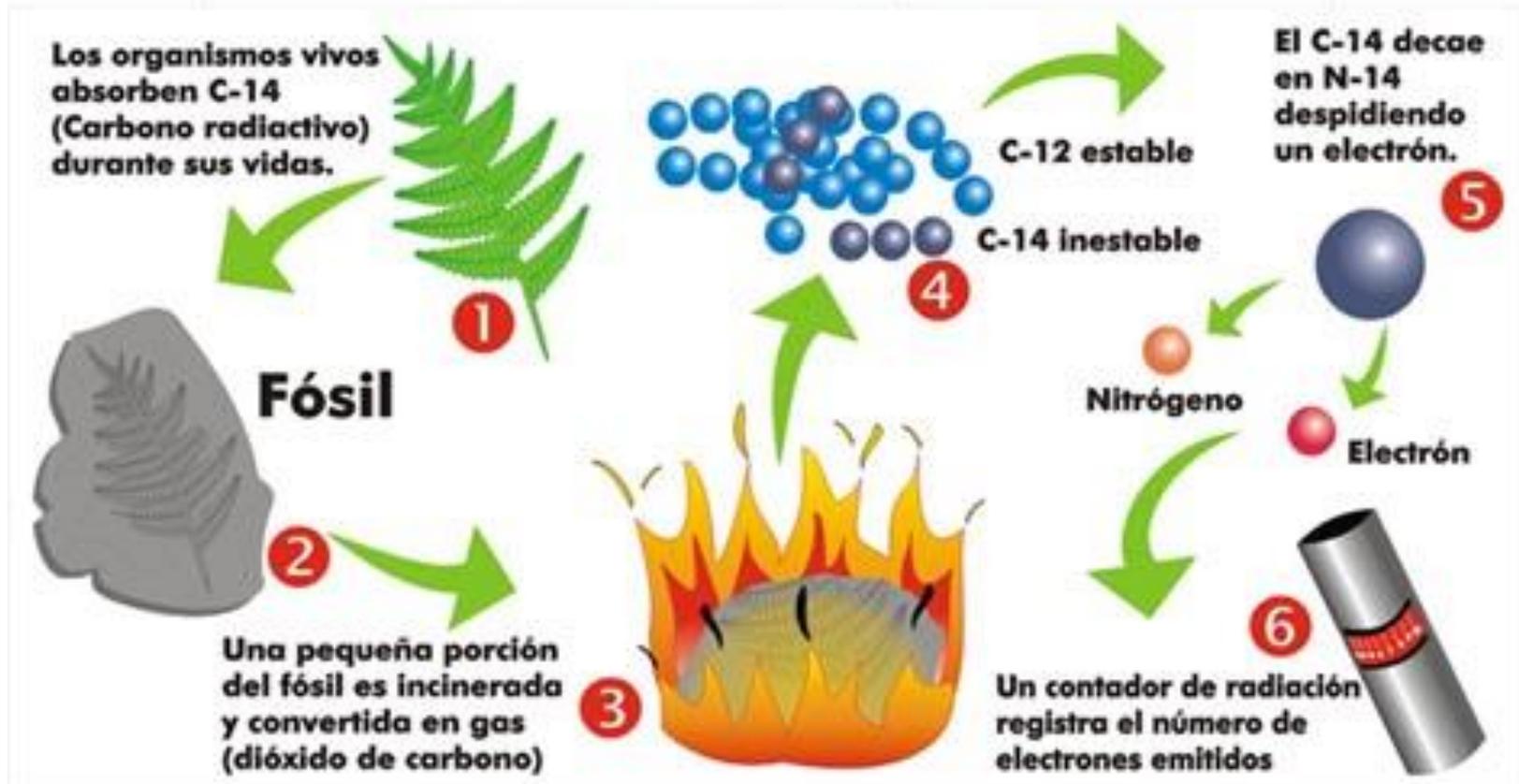


Átomo de carbono 14
6 protones
8 neutrones
6 electrones



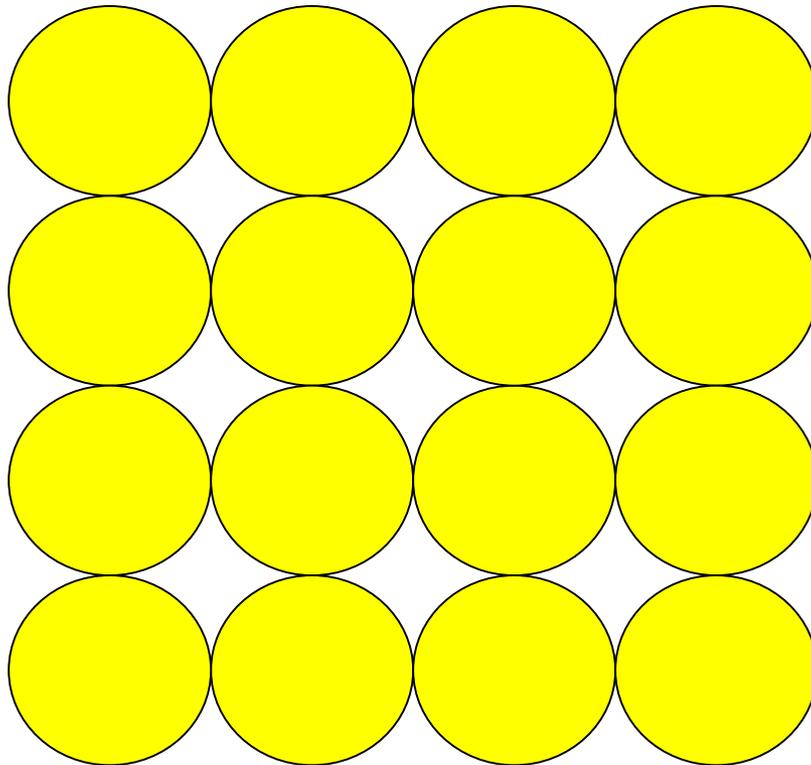
Átomo de nitrógeno 14
7 protones
7 neutrones
7 electrones

El Carbono radiactivo se desintegra con una velocidad conocida. Los paleontólogos pueden determinar la edad de un fósil midiendo la cantidad de Carbono-14 que contiene.



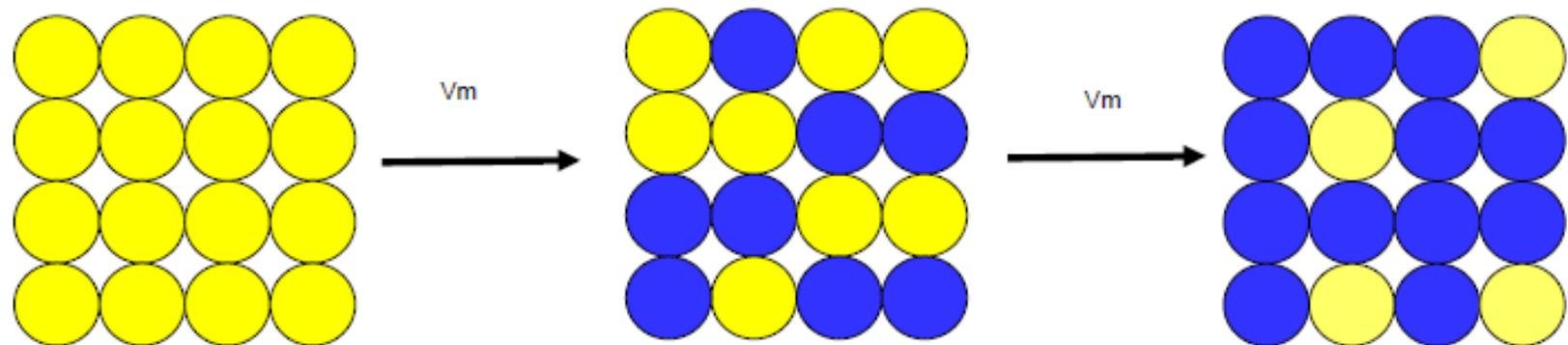
La datación absoluta

Supongamos que el isótopo amarillo se desintegra transformándose en el violeta y que su vida media es de 5750 años. Veamos cómo pasa el tiempo geológico



17 250 años

Este proceso se da a un ritmo constante de tal manera que para una cantidad x de carbono 14 al cabo de 5750 años tendremos $x/2$ átomos. Este tiempo se llama periodo de semidesintegración o vida media del carbono 14.



 Carbono14

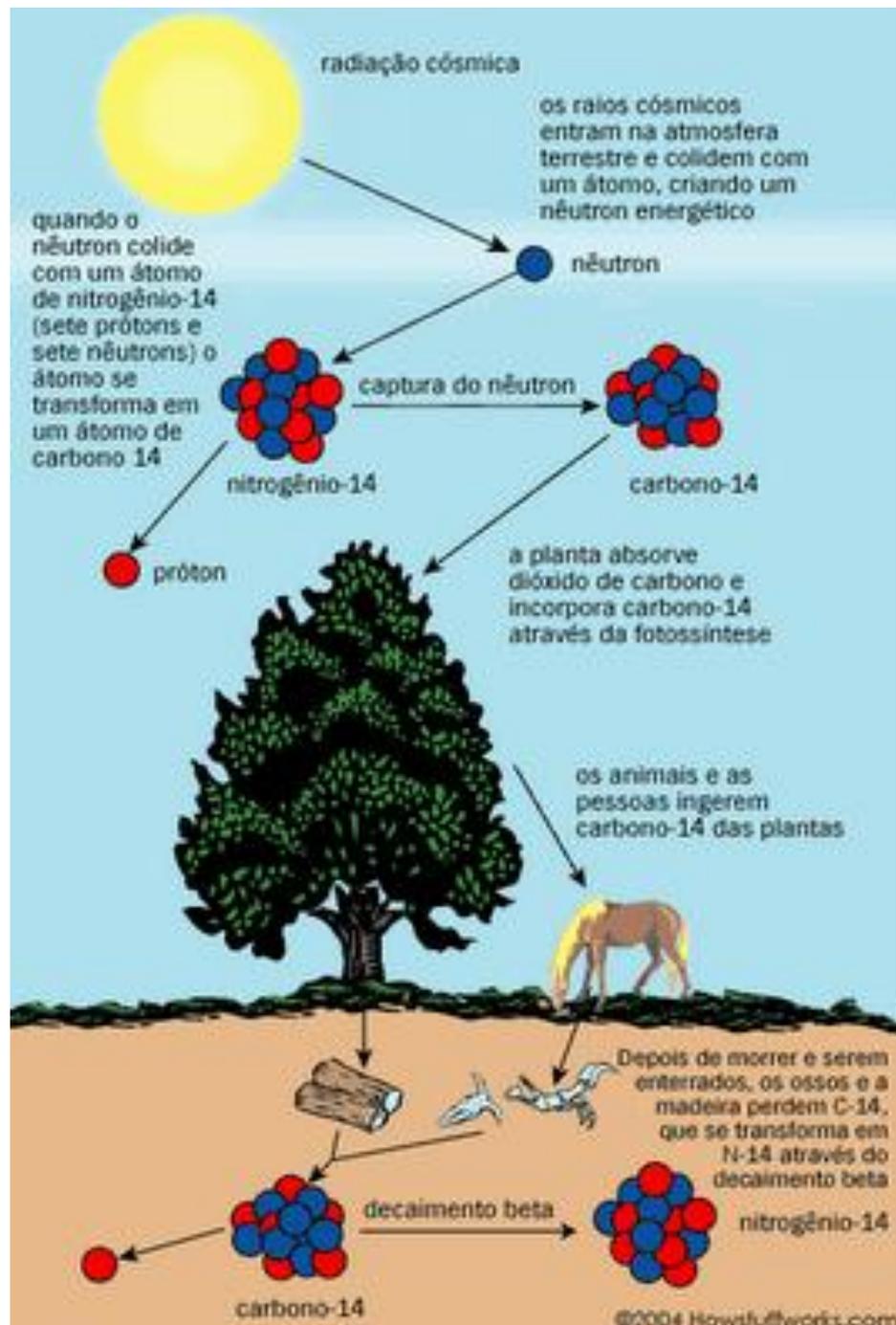
 Nitrógeno14

ELEMENTO INICIAL	ELEMENTO RESULTANTE	PERIODO DE VIDA (años)
Rubidio-87	Estroncio-87	$47000 \cdot 10^6$
Uranio-238	Plomo-206	$4510 \cdot 10^6$
Potasio-40	Argón-40	$1300 \cdot 10^6$
Carbono-14	Nitrógeno-14	5750

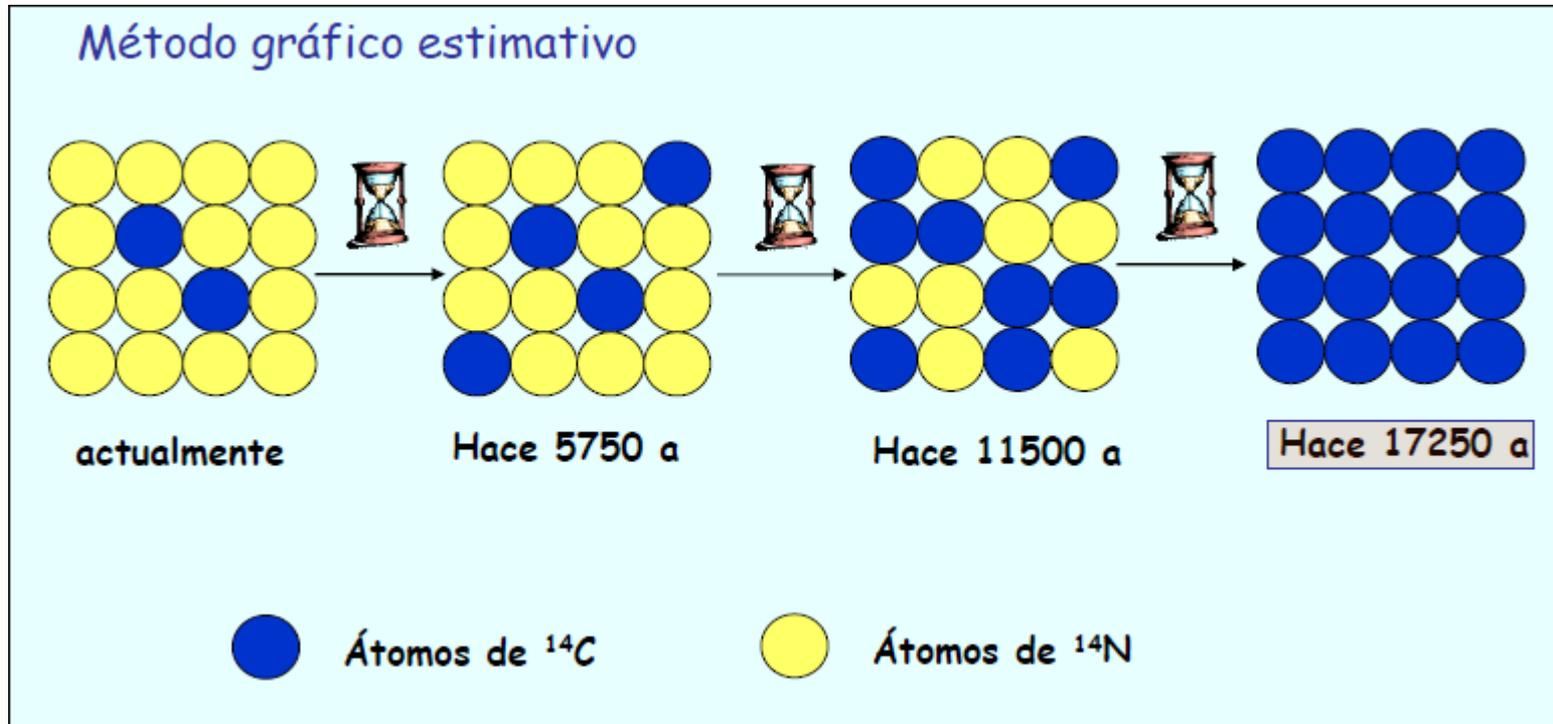
1 g de potasio-40 (^{40}K) pasado el tiempo de semidesintegración (1300 millones de años) solo quedara medio gramo, pasados eso mismos años solo quedará un cuarto,...

La **datación radiométrica** permite calcular la edad de un material, basándose en sus porcentajes de elemento inicial y elemento resultante de una desintegración.

Es muy adecuado para rocas magmáticas y metamórficas porque los minerales se forman a la vez, mientras que las rocas sedimentarias pueden formarse en tiempos diferentes.



Se ha analizado una muestra de madera de un yacimiento arqueológico y se ha descubierto que contiene $2\mu\text{g}$ de ^{14}C y $14\mu\text{g}$ ^{14}N . Calcular la edad de la muestra (vida media del ^{14}C es de 5750 años).



Se ha analizado una roca y se ha descubierto que contiene 4pg de ^{235}U y 28 pg ^{207}Pb . Calcular la edad de la muestra (la vida media del ^{235}U es de $0,7 \times 10^9$ años).

- Cálculo matemático aproximativo:

Asumiremos que la cantidad de ambos isótopos para hallar la cantidad de ^{235}U inicial:

- $4 \text{ pg} + 28 \text{ pg} = 32 \text{ pg}$.
- Dividamos 32 entre 2 las veces necesarias hasta obtener 4.
- $32/2=16$; $16/2=8$; $8/2=4$
- Luego hemos tenido que dividir 3 veces por 2.
- Multipliquemos dicho dato (3) por la vida media del isótopo y hallaremos la edad de la muestra:
- $E_m = 0,7 \times 10^9 \times 3 = 2,1 \times 10^9$ años; esto es 2100 millones de años

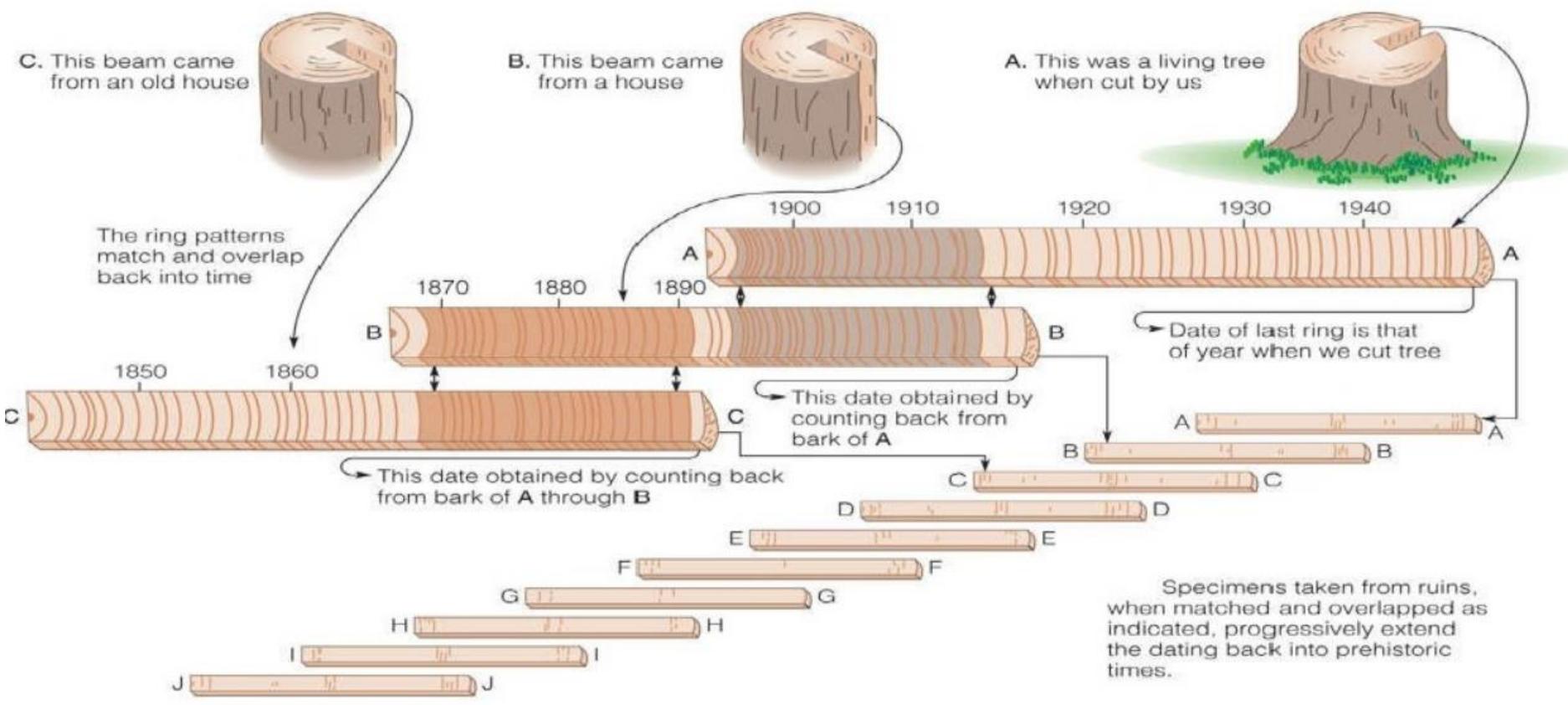
DENDROCRONOLOGÍA

Este método se basa en el estudio de los anillos anuales de los árboles, aplicable también a los fósiles.

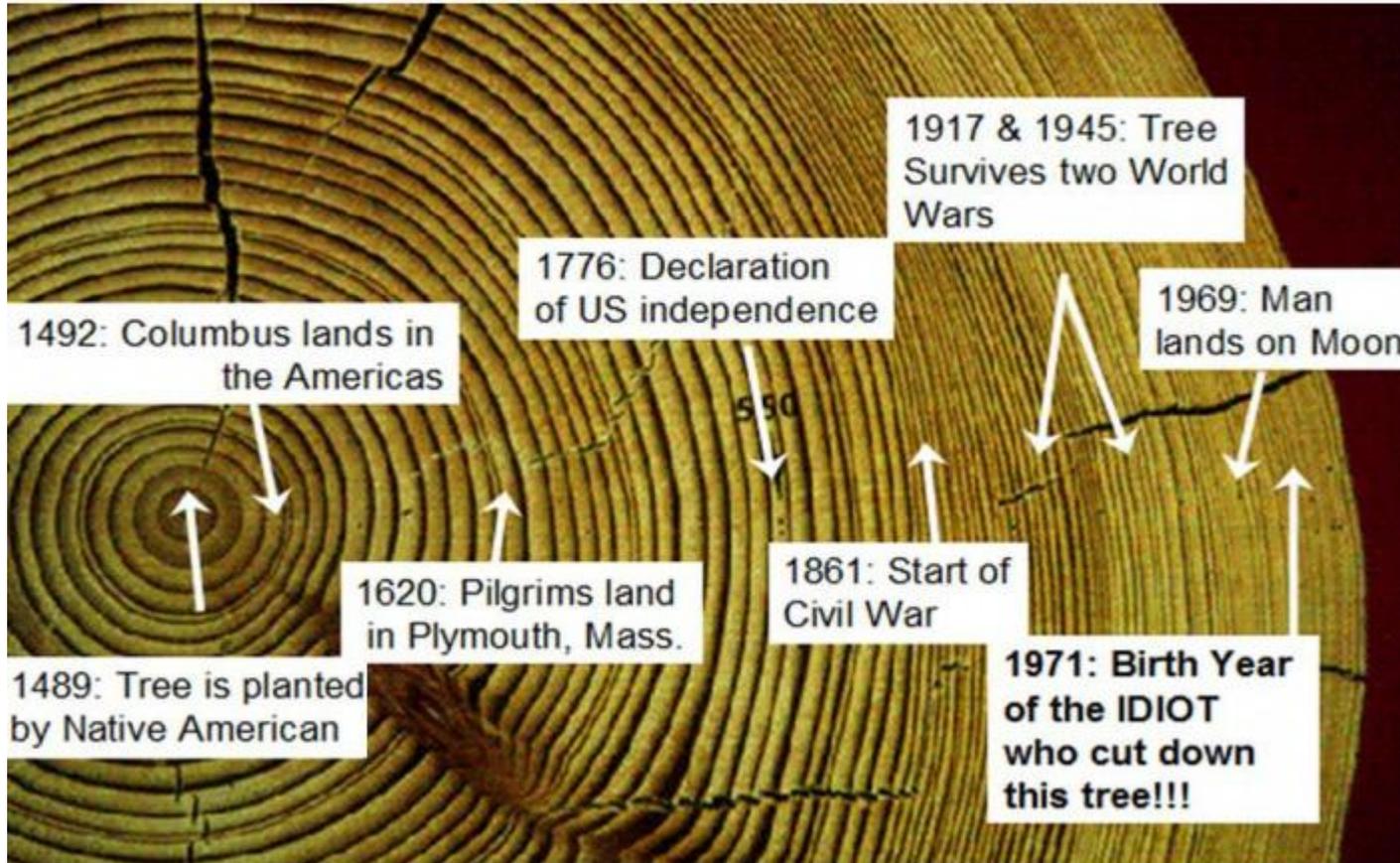
Con el estudio del número y grosor de los anillos se deduce el tiempo transcurrido y las condiciones de vida del vegetal e incluso sirven como indicadores climáticos

Gracias a yacimientos ininterrumpidos de fósiles se puede abarcar una datación relativa de hasta 11.000 años.





Dendrochronology: tree time keeping



9GAG is your best source of fun.

DATACIÓN POR TERMOLUMINISCENCIA

Se basa en que los materiales con una estructura cristalina, como la cerámica, contienen pequeñas cantidades de elementos radiactivos, sobre todo de uranio, torio y potasio. Estos se desintegran a un ritmo constante y conocido, emitiendo radiaciones alfa, beta y gamma que bombardean la estructura cristalina y desplazan a los electrones, que quedan atrapados en grietas de la retícula cristalina.

A medida que pasa el tiempo quedan aprisionados cada vez más electrones. Sólo cuando se calienta el material rápidamente a 500° C o más, pueden escapar los electrones retenidos, reajustando el reloj a cero y mientras lo hacen emiten una luz conocida como termoluminiscencia.

La termoluminiscencia puede ser utilizada para fechar cerámica, el material inorgánico más abundante en los yacimientos arqueológicos de los últimos 10.000 años; también permite fechar materiales inorgánicos (como el sílex quemado) de hasta 50.000 a 80.000 años de antigüedad.

LA DATACIÓN POR PALEOMAGNETISMO

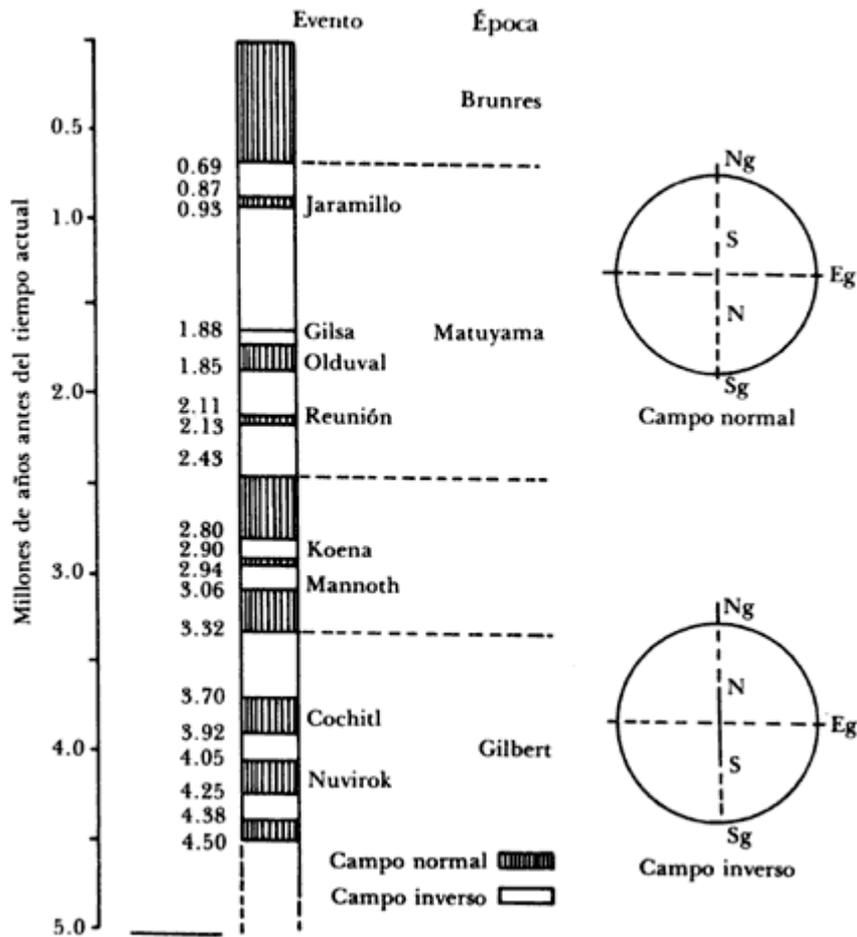
Se basa en que el **campo magnético** de la Tierra ha sufrido **cambios** con el tiempo. A intervalos de tiempo irregulares, la polaridad de la Tierra se ha invertido, es decir, que el imán que el planeta tiene en su interior se ha dado la vuelta.

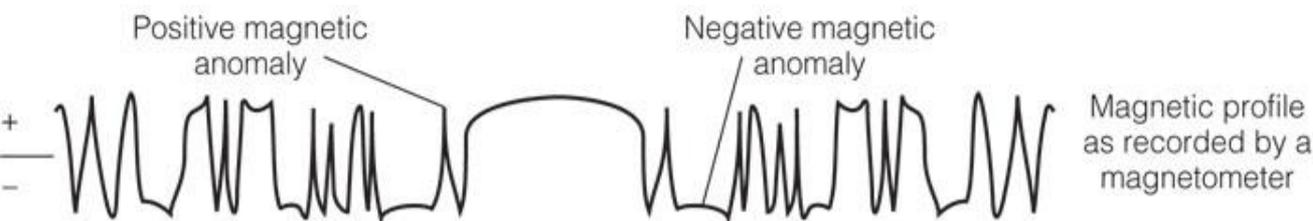
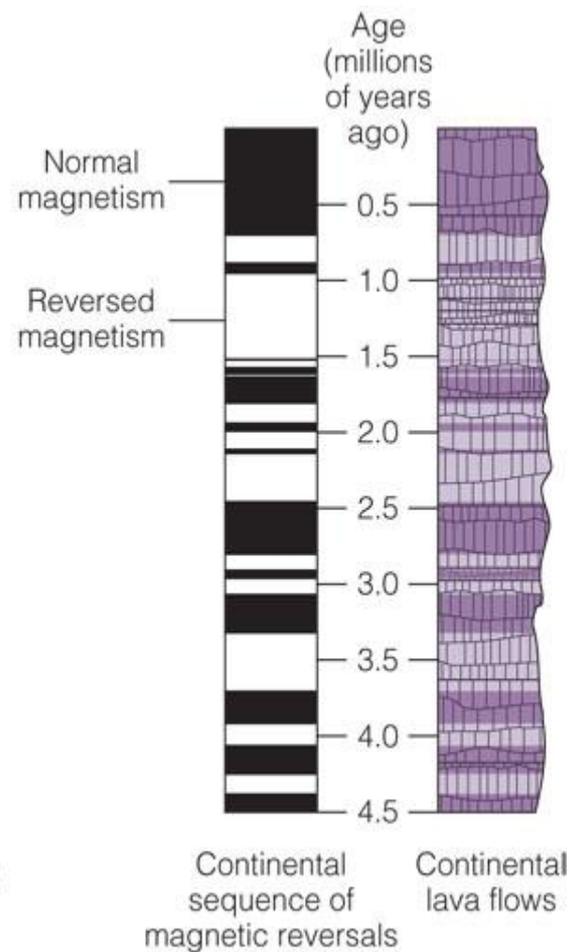
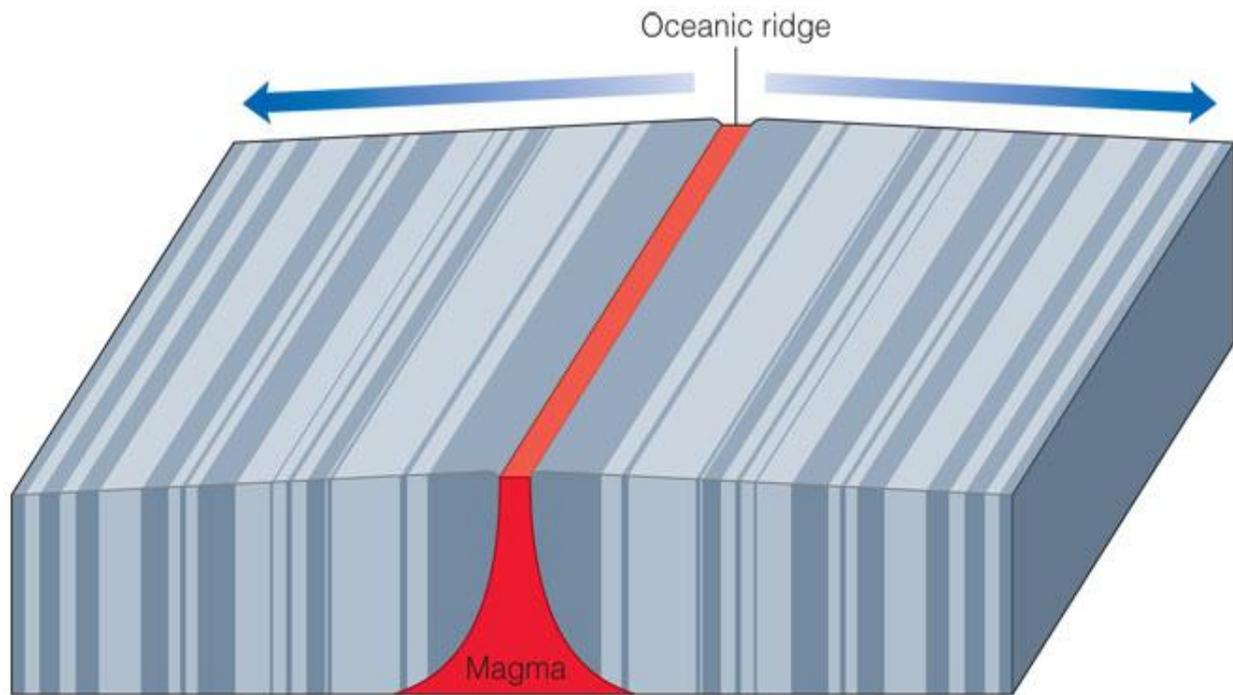
Durante uno de estos cambios, la aguja de una brújula no apunta al Norte, sino al Sur. Cuando las rocas se forman, después de las erupciones volcánicas o durante la deposición de materiales, la dirección del campo magnético queda registrada en la orientación de las partículas que contienen hierro.

Como además se sabe en qué fechas se produjeron estos cambios, cuando se detecta un cambio de polaridad se puede saber la edad del estrato y, por tanto, de los restos contenidos en él.

El último cambio de polaridad magnética se produjo hace 780.000 años, por lo que se puede deducir la antigüedad de los restos anteriores a esa fecha, dado que se conocen los intervalos de las anteriores inversiones magnéticas, que abarcan una escala de varios millones de años y comprenden todo el Cuaternario.

Escala de polaridad del campo magnético terrestre en los últimos tres millones de años.





BANDAS Y ANILLOS DE CRECIMIENTO EN ANIMALES

Organismos que viven en agua, como los corales, muestran una prominencia de carácter anual y unas finas estrías paralelas a la abertura de carácter diario. Se puede determinar el número de días al año y, por tanto, la velocidad de rotación terrestre.

En el Devónico el año habría tenido 400 días de 22 horas. En el Carbonífero, 390 días; a principios del Paleozoico, el día habría sido de 21 horas, y de solo 11 horas hace 1.500 millones de años.

La tierra disminuye lentamente su velocidad de rotación debido a la fricción de mareas, y posiblemente a un aumento en el radio terrestre, a un ritmo de 2 segundos cada 100.000 años. Las conchas de los moluscos y las escamas de peces pueden usarse en la misma forma

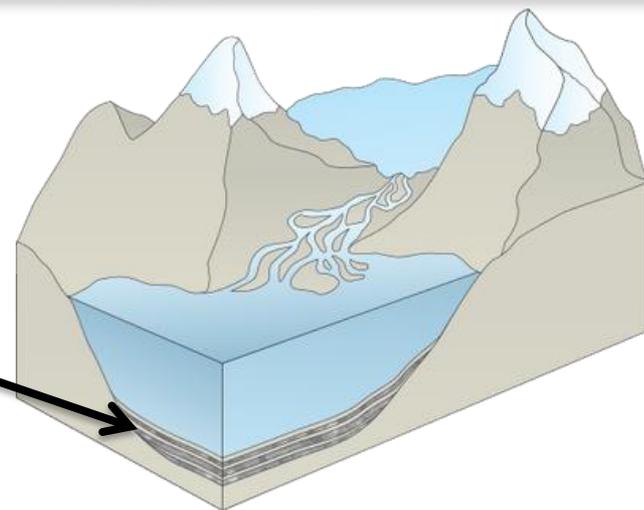
DATACIÓN POR VARVAS GLACIARES

Es un método estratigráfico que permite establecer medidas de años absolutas. Se basa en el estudio de lagos glaciares. Se estudia la deposición de arcillas y depósitos limosos, dispuestos en estratos.

Estos estratos son más claros cuando están compuestos por limos y arenas (depositados en verano), y más oscuros y arcillosos, con presencia de residuos orgánicos (depositados en invierno).

El conjunto de un estrato de verano y otro de invierno constituye una **varva**.

El número total facilita pues un valor de tiempo total absoluto o relativo. Este procedimiento abarca datos cronométricos de hasta 25.000 años, limitándose a regiones donde se hayan producido dichos estratos (presencia de lagos glaciares).



VIDEOS Y ANIMACIONES SOBRE LA EDAD DE LA TIERRA Y GEOCRONOLOGÍA

Edad de la tierra y estratigrafía:

http://www.youtube.com/watch?list=PLBF3472582020CE91&feature=player_embedded&v=F1QXZQ81ZmU#!

Edad de la tierra y geocronología:

<http://www.youtube.com/watch?v=-WqDNz01ibo&list=PLBF3472582020CE91>

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=jTeqiWyXRRs

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material082/actividades/paleo_c14/c14_v02.swf

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/tierra_cambia/contenidos2.htm

Animación "[Técnicas de datación absoluta](#)"

Animación "[Técnicas de datación relativa](#)"