

LAS ROCAS

Una roca es un conjunto de minerales, aunque en ocasiones predomina uno sobre los demás. Por ejemplo, en el **granito** los minerales son el **cuarzo** (SiO₂), el **feldespato ortosa** (o feldespato potásico) y la **biotita** (o mica negra), sin embargo, en las **calizas** el mineral predominante es la **calcita** (CaCO₃).

CONCEPTO DE CICLO GEOLÓGICO

Es el conjunto de procesos que se producen periódicamente en la corteza de la Tierra y que producen un cambio en la litología (en los tipos de rocas) y en el relieve.

En el ciclo geológico se suceden una serie de fenómenos que agrupamos en dos tipos de procesos: internos y externos. Distinguimos, por lo tanto, un **ciclo geológico interno** y un **ciclo geológico externo**.

PROCESOS INTERNOS

Se producen en el interior de la corteza, gracias a la **energía interna de la Tierra**. Son procesos que tienden a **generar relieve**: fenómenos **magmáticos**, **sísmicos**, **tectónicos** etc. Son en general los procesos que se originan en los bordes de las placas.

PROCESOS EXTERNOS

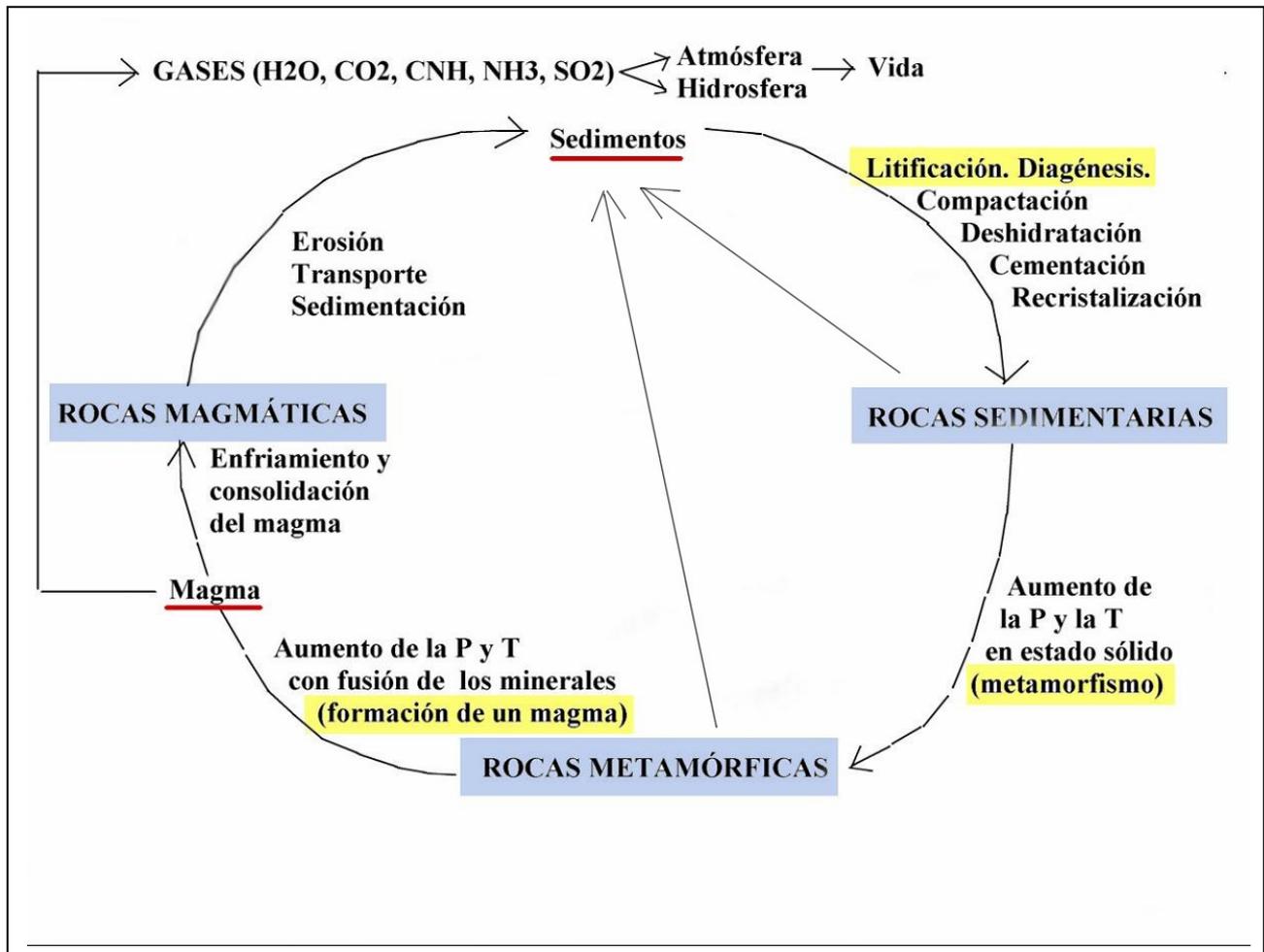
Se producen en la superficie de la corteza, gracias a la **energía solar**. Son procesos que tienden a **destruir el relieve**. Gracias a estos procesos externos se produce la **erosión** de las rocas superficiales, el **transporte** de los materiales obtenidos por esa erosión y la **sedimentación** de los mismos en zonas deprimidas de la corteza.

Como consecuencia de estos procesos internos y externos se forman tres grandes tipos de rocas:

- **Rocas Magmáticas** (o ígneas). *Ignis* = fuego
- **Rocas Sedimentarias**
- **Rocas Metamórficas**.

Estas rocas se forman siguiendo un ciclo que exponemos a continuación.

CICLO DE FORMACIÓN DE LAS ROCAS (pregunta de examen).



ROCAS MAGMÁTICAS

Se forman por enfriamiento y consolidación de un magma. **Un magma** es una mezcla de minerales (silicatos) en estado de fusión, rica en sustancias volátiles (en estado de vapor). Se cree que todos los magmas provienen de la astenosfera (parte del manto de la Tierra).

Existen dos tipos de magmas:

Magmas ácidos: son magmas de baja temperatura (T), con alto contenido en sílice (SiO_2 en estado amorfo, proporción $> 60\%$). Suelen ser viscosos, poco fluidos y muy explosivos cuando salen a la superficie. Originan **rocas de colores claros y ácidas** (rocas ácidas: poseen sílice, SiO_2) en forma de cuarzo).

Magmas básicos: son magmas de alta temperatura (de 1200 a 1400 $^{\circ}C$), poseen poca sílice ($SiO_2 < 45\%$). Suelen ser más fluidos que los ácidos y **originan rocas de color oscuro y básicas**, ricas en minerales ferromagnesianos (con Fe y Mg), que carecen de cuarzo.

Los magmas primarios, los que proceden directamente de la astenosfera y salen a la superficie a través de las dorsales oceánicas son **básicos** y originan **basaltos** (basalto: roca magmática volcánica) cuando se enfrían. Si esos magmas no salen directa y rápidamente a la superficie, sino que ascienden lentamente a través de la corteza, se van diferenciando y transformándose en magmas **ácidos**, que por enfriamiento y consolidación originan rocas ácidas como el **granito** (granito: roca magmática plutónica).

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DE LAS ROCAS MAGMÁTICAS

Los minerales de las rocas magmáticas (silicatos) se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Minerales leucocratos**. (*Leuco* = blanco). Cristalizan a temperaturas relativamente bajas, son de colores claros y de baja densidad. Son:
 - el **cuarzo** (SiO₂),
 - los **feldespatos alcalinos** (**ortosa** con K y **albita** con Na),
 - los **feldespatos alcalino-cálcicos** (también llamados **plagioclasas**, con Na, K y Ca) y
 - la **moscovita** (mica blanca).

- **Minerales melanocratos** (*Melano* = oscuro). Cristalizan a temperaturas relativamente altas, son de colores oscuros y de alta densidad porque contienen Fe y Mg (por ello se les llama también **minerales ferromagnesianos**). Son:
 - la **biotita** (mica negra),
 - los **piroxenos**,
 - los **anfíboles** y
 - el **olivino**.

TEXTURA DE LAS ROCAS MAGMÁTICAS

La textura de una roca magmática es un carácter que se refiere al tamaño y a la forma de los cristales así como a las relaciones entre ellos. A veces se ve a simple vista, cuando los cristales son macroscópicos, pero es sobre todo un carácter microscópico.

Existen fundamentalmente tres tipos de textura en las r.m.:

- **Textura holocristalina** (o granuda o granítica). En este caso todos los minerales que forman la roca están **bien cristalizados** y los cristales son de **tamaño similar**. Eso significa que el magma del que procede la roca se ha enfriado lentamente en la corteza por lo que se ha producido una buena cristalización (ordenación de los átomos o iones de los cristales). Ejemplo de roca con textura holocristalina: el **granito**.

- **Textura porfídica**: En este caso existen algunos cristales grandes (**fenocristales**) en medio de una **matriz microcristalina** (con cristales muy pequeños) o incluso **amorfa** (sin cristales). Esta textura nos indica que el magma ha tenido dos fases de consolidación. En la primera, la más lenta, se han formado los **fenocristales** a medida que el magma iba

ascendiendo lentamente hacia la superficie. En la segunda, de enfriamiento rápido del magma que pasa a estar en contacto con el agua o con la atmósfera, se forman los microcristales o matriz amorfa. Ejemplo de roca con textura porfídica: el **basalto**.

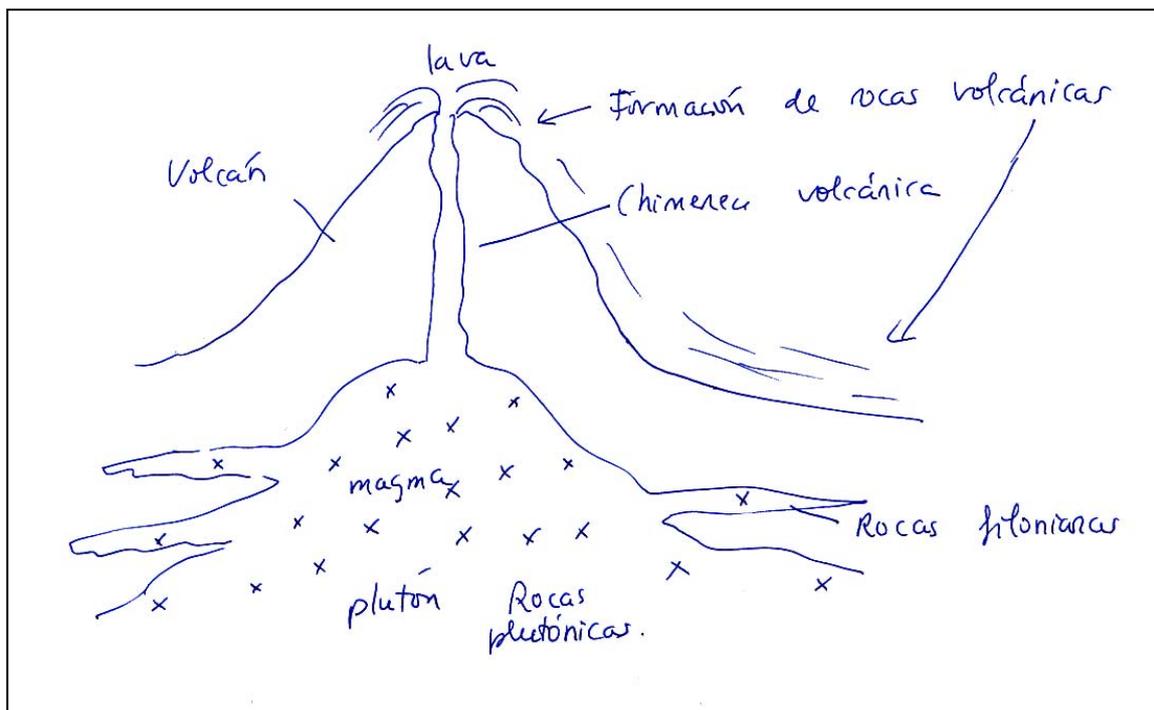
- **Textura vítrea.** En este caso todos los silicatos del magma se encuentran en estado amorfo. Se produce esta textura cuando el magma se enfría rápidamente en contacto con el agua o atmósfera. Ejemplo de roca con textura vítrea: la **pumita** o **piedra Pómez**, (también se dice que la pumita tiene **textura vacuolar** por ser muy porosa). La **obsidiana** o **vidrio volcánico** también tiene textura vítrea.

TIPOS DE ROCAS MAGMÁTICAS

Según el lugar de consolidación del magma tenemos tres grandes grupos de r.m.:

- Rocas magmáticas **plutónicas** (o **intrusivas**).
- Rocas magmáticas **volcánicas** (o **efusivas** o **extrusivas**).
- Rocas magmáticas **filonianas**.

Lugar de formación de cada una de las rocas anteriores



ROCAS PLUTÓNICAS

Se originan en el interior de la corteza a gran profundidad, por lo tanto, el enfriamiento del magma es lento, los cristales se desarrollan bien y la textura es **holocristalina** (todos los cristales son de tamaño parecido).

Granitos. Se forman a partir de un magma ácido. Tienen **cuarzo** (Q), **feldespato potásico** (FdK, **ortosa**) y **mica negra** (**biotita**). Son rocas **ácidas** de color claro (grisáceos, rosas, a veces más oscuras por una mayor proporción de biotita). **Es la roca plutónica más abundante.**

Sienitas. Están formadas fundamentalmente por **FdK** (ortosa, de color blanco o rosa). **Apenas tienen Q.** Son de colores variados, marrones, verdes, azulados. Es una roca **intermedia**.

Dioritas. Tienen mayor contenido en **plagioclasas** (feldespatos alcalino-cálcicos) que en feldespatos alcalinos. **No tienen Q** y tienen una **mayor riqueza de minerales ferromagnesianos**. Son también rocas **intermedias**.

Gabros o granitos negros. Son rocas **oscuras** porque se forman a partir de un magma básico. **No poseen ni Q ni FdK.** Contienen sobre todo **plagioclasas, piroxenos y anfíboles**. Son por lo tanto rocas **básicas**.

ROCAS FILONIANAS

Se forman por enfriamiento del magma en grietas de la corteza. Están muy bien cristalizadas, al igual que las plutónicas pero suelen presentar cristales de distinto tamaño, algunos son de gran tamaño y otros pueden ser más pequeños. Muchas veces, en estas grietas o filones contienen gran cantidad de minerales valiosos y explotables. Las rocas filonianas más típicas son las **pegmatitas**, rocas con cristales de gran tamaño.

Otro tipo de rocas filonianas son los **pórfidos**, con textura porfídica y de composición similar a la de las rocas plutónicas. Así se habla de **pórfidos graníticos, sieníticos, dioríticos, gabroideos**.

ROCAS VOLCÁNICAS

Proceden de magmas que se **enfrian muy rápidamente** cuando salen en forma de lava a la superficie y se ponen en contacto con la hidrosfera o con la atmósfera. En el interior de la corteza el enfriamiento del magma ha sido más lento y se pueden haber formado cristales de diferentes tamaños, pero en el exterior el enfriamiento es tan rápido que los átomos e iones no se ordenan. Por lo tanto las rocas volcánicas tienen **textura porfídica o vítrea**.

Basalto: es roca más volcánica más **abundante**. Constituye el fondo de los océanos y forma islas como Islandia, Islas de Pacífico etc. Es la roca que se forma a partir de los materiales magmáticos que salen por las dorsales (cordilleras) submarinas centrooceánicas. Es una roca de color **oscuro, básica** formada por **plagioclasas, piroxenos, anfíboles y olivino**. Tiene **textura porfídica** por haberse formado en parte en el interior de la corteza y en parte en el exterior, sobre todo en contacto con el agua (o con la atmósfera).

Riolita. Tiene una composición similar a la del granito, pero los cristales no están bien desarrollados. Es una roca **ácida** de color claro.

Pumita o piedra pómez. Es una roca muy porosa y muy poco densa porque procede de la espuma volcánica y por lo tanto es muy rica en gases que ocupan espacios que luego permanecen como poros en la roca. Este tipo de textura se llama **vacuolar**. Apenas tiene cristales, la mayoría de los minerales están en estado amorfo, puesto que el enfriamiento de ese residuo magmático es muy rápido. Por lo tanto, tiene también **textura vítrea**.

Obsidiana. Es el vidrio volcánico, totalmente amorfo (textura vítrea). Generalmente es de color oscuro.

ROCAS SEDIMENTARIAS

Las r.s. se forman a partir de materiales procedentes de la erosión de otras rocas preexistentes (magmáticas, sedimentarias o metamórficas). Poseen minerales que pueden ser **heredados** de las rocas magmáticas o bien formarse durante los procesos sedimentarios (minerales de **neoformación**) y también pueden ser de origen **orgánico**. En cualquier caso los materiales se depositan (sedimentan) o se acumulan **en zonas deprimidas** de la corteza llamadas **cuencas sedimentarias**, formando capas. Por ello reciben el nombre de rocas sedimentarias.

ORIGEN DE LOS MATERIALES

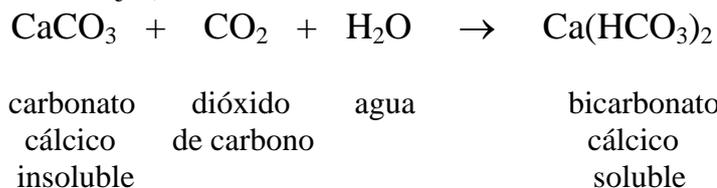
Existen tres procesos que originan y acumulan los materiales que posteriormente constituirán las rocas sedimentarias: la erosión, el transporte de los materiales erosionados y la sedimentación.

Erosión: es el proceso por el cual se alteran y se disgregan las rocas superficiales, produciéndose una disminución del relieve. Las rocas se pueden alterar de forma física o química.

Son **agentes físicos** erosivos: el agua líquida (ríos y torrentes), el hielo, la cristalización, la formación de hielo en grietas (crioclastia o gelifración) los cambios de temperatura, el viento etc. Estos agentes producen únicamente la disgregación mecánica de las rocas, pero no se alteran los minerales que las forman. Merece especial atención la disolución de algunas rocas, muy importante en el caso de las **sales haloideas, los yesos y las calizas**.

Las calizas se disuelven en países fríos según la siguiente reacción:

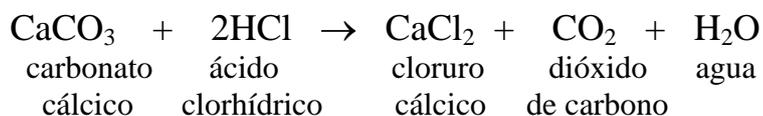
REACCIÓN DE DISOLUCIÓN DE LAS CALIZAS EN PAISES FRIOS: (Pregunta de examen)
(a temperaturas bajas)



Esta reacción se da también en sentido contrario. Las **calizas** se forman por precipitación del CaCO_3 que se halla disuelto en el agua en forma de bicarbonato, siguiendo la reacción contraria a la anterior.

No confundir la reacción anterior con la que ya conocemos y utilizamos para reconocer el carbonato cálcico:

REACCIÓN DE RECONOCIMIENTO DE LAS CALIZAS MEDIANTE ÁCIDO CLORHÍDRICO (EN EL LABORATORIO O EN EL CAMPO): (Pregunta de examen)



En cuanto a los **agentes químicos**, son aquellos que producen una modificación en la composición química y mineralógica de las rocas. Son reacciones de oxidación, hidratación (incorporación de moléculas de agua a la estructura), la hidrólisis (rotura de moléculas por incorporación de agua).

Transporte: es el traslado de los materiales que se producen como consecuencia de la erosión hasta las cuencas sedimentarias en las que se acumularán. Los medios de transporte son fundamentalmente tres: el agua (ríos, torrentes y cascadas), el hielo (glaciares) y el viento.

Sedimentación: es la acumulación de materiales en zonas deprimidas de la corteza que reciben el nombre de cuencas sedimentarias. En estas cuencas los sedimentos se depositan en **capas** o **estratos** paralelos, lo que hace que luego las rocas sedimentarias se encuentren estratificadas, siguiendo la ley de Steno o ley de superposición de los estratos (**pregunta de examen**) que dice:

- **Si no ha habido plegamiento cada estrato es más moderno (se ha formado más tarde) que aquel sobre el que está depositado.**

PROCESOS DIAGENÉTICOS

Los sedimentos se encuentran en las cuencas sedimentarias generalmente acompañados de agua, constituyendo un lodo. A medida que la cantidad de lodo crece las distintas capas se van hundiendo por su propio peso (subsistencia) y van alcanzando zonas en las que la P y la T aumentan. Entonces el lodo comienza a transformarse en una roca dura (sedimentaria) mediante un proceso llamado **diagénesis** o **litificación** que comprende varias etapas en las que se dan los siguientes fenómenos:

Compactación. Es la disminución del volumen de sedimentos que se produce por aproximación de los granos. Esto suele ocurrir por eliminación del agua (a veces del aire) que ocupa los poros.

Deshidratación. Es el proceso por el cual los sedimentos pierden el agua. Es decir, la compactación y la deshidratación son simultáneas.

Cementación. Es la deposición de determinadas sustancias que se encuentran disueltas en la cuenca sedimentaria y que sueldan los granos entre sí. La sustancia depositada recibe el nombre de **cemento** de la roca sedimentaria. Los cementos más frecuentes son **calcáreos** (CaCO_3) o **silíceos** (SiO_2).

Recristalización. Es un proceso que ocurre a temperaturas y presiones altas, pero sin llegar a la fusión. En estas condiciones, los cristales reaccionan entre sí originando nuevos cristales que hacen que la roca se endurezca mucho. Cuánto más antigua es una roca tanto más está avanzado el proceso de recristalización.

TIPOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Tradicionalmente las r. s. se han clasificado en tres grandes grupos: r.s. **detríticas**, r.s. de **precipitación química** y r.s. de **origen orgánico**.

ROCAS SED. DETRÍTICAS

Se forman a partir de materiales (*detritus*) que proceden de la erosión de otras rocas preexistentes (pueden ser magmáticas, sedimentarias o metamórficas).

Se clasifican atendiendo al tamaño de los granos que forman la roca:

Tamaño de los granos en mm	Nombre de los sedimentos	<u>Nombre de la roca</u>
>64 mm	Bloques	Conglomerado grueso
4-64 mm	Cantos (gravas)	<u>Conglomerado</u>
2-4 mm	Gravilla	Microconglomerado
2-1/16 mm	Arenas	<u>Arenisca</u>
1/16-1/256 mm	Limos	Limolita
< 1/256 mm	Limos finos	<u>Arcilla</u> (=argillita, = lutita)

Conglomerados: son las rocas detríticas de grano más grueso. Se llaman **pudingas** cuando los cantos son redondeados y **brechas** cuando son angulosos. Por su origen existen conglomerados **poligénicos**, procedentes de la erosión de rocas variadas y con cantos de distinta composición (por ej. los conglomerados poligénicos del Perdón en la cuenca de Pamplona, originados por la erosión de los Pirineos) y monogénicos, originados a partir de rocas de composición semejante (por ej. los conglomerados monogénicos de Velate, totalmente silíceos).

Los conglomerados indican un transporte corto y/o rápido.

Areniscas: están constituidas casi enteramente por **cuarzo** (SiO₂, número 7 en la escala de Mosh), que es un mineral magmático muy resistente. Los sedimentos arenosos se forman cuando el transporte ha sido largo y/o lento, lo que provoca una destrucción de la mayoría de los minerales de las rocas magmáticas, muy especialmente de los ferromagnesianos, que se forman a temperatura y presiones elevadas y se alteran con facilidad en la superficie terrestre. Las areniscas son de colores variados, las de Velate y Norte de Navarra son de colores rojizos y se emplean como piedras ornamentales y en la construcción de edificios.

Arcillas: están formadas por los llamados **minerales de la arcilla**, que son minerales de neoformación que se forman durante los procesos sedimentarios a partir de los minerales de las rocas magmáticas. Son rocas bastante blandas, de tacto suave (jabonoso). Presentan colores variados, abundan en la zona sur de Navarra. Son rocas impermeables.

Margas: son rocas de origen detrítico y de origen químico, puesto que están formadas por caliza (CaCO₃) y arcilla al 50 %. Como ejemplo tenemos las margas grises (tufas) de Pamplona. Son también rocas impermeables por su riqueza en arcillas.

ROCAS SED. DE ORIGEN QUÍMICO (de precipitación química):

Se forman por precipitación de determinadas sustancias que se encuentran disueltas en el agua de la cuenca sedimentaria

Vemos a continuación las más importantes.

Calizas: se forman por precipitación de CaCO_3 , generalmente en fondos marinos de poca profundidad. Como la mayoría tienen fósiles se consideran también rocas de origen orgánico. Existen varios tipos de calizas:

Calizas nummulíticas: poseen fósiles llamados *Nummulites*, protozoos con un exoesqueleto calcáreo. Por ejemplo, son calizas nummulíticas las del cabezón de Echauri.

Calizas conchíferas: presentan restos fósiles de conchas de moluscos.

Calizas coralinas: los fósiles son colonias de coral. Los corales son pólipos (*celentéreos*) que viven en colonias, en estructuras formadas por ellos mismos de CaCO_3 .

Creta: es una caliza que se forma por deposición de CaCO_3 procedente de *foraminíferos* (protozoos, animales unicelulares).

Tobas calcáreas (son similares a los travertinos): se forman por precipitación del CaCO_3 sobre materia orgánica. Cuando la roca se consolida se pudre la materia orgánica y resulta una roca muy porosa. A veces se utilizan como ornamentales en edificios, encimeras de baños etc).

Estaláctitas y estalagmitas: se forman por el depósito de CaCO_3 en cuevas y galerías subterráneas. Las estalácticas se forman en el techo y poseen un conducto por el que va goteando el agua. Las estalagmitas se forman en el suelo y son macizas (sin conducto).

Dolomías: están formadas por CaCO_3 y MgCO_3 (carbonato magnésico). Se producen por sustitución de Ca por Mg durante el proceso de precipitación química (dolomitización). En magnesitas de Zubiri.

Evaporitas: se forman por precipitación de determinadas sustancias que están disueltas en el agua de una cuenca sedimentaria sometida a una intensa evaporación. Se depositan en un orden inverso a su solubilidad, primero las menos solubles. Son las siguientes:

Yesos: se forman generalmente en cuencas sedimentarias continentales. Están formadas predominantemente por yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ejemplo: yesos de Caparrosa y otras zonas en el sur de Navarra.

Halita: el NaCl (cloruro sódico) es tan soluble en agua que solo precipita si hay una fuerte evaporación. Normalmente esto se produce en cuencas cerradas de poca profundidad. Está formada por la halita, sal gema o sal común.

Silvinita: se forma en condiciones parecidas. El mineral que compone esta roca es la silvina, KCl (cloruro potásico).

Carnalita: se forma en condiciones similares a las dos anteriores. Está formada por KCl y MgCl_2 (cloruro potásico y cloruro magnésico).

Estas dos últimas rocas a veces presentan colores azules por la presencia de K^{40} (el potasio normal es K^{39}).

ROCAS DE ORIGEN ORGÁNICO

Trípoli: es una roca silíceas formada por acumulación de restos de *diatomeas* (algas unicelulares) o *radiolarios* (protozoos). Puede tener un cemento de precipitación química.

Calizas: son también de origen orgánico todas las que contengan componentes de origen orgánico, con fósiles, creta, tobas etc.

Carbones: se producen por un progresivo enriquecimiento en C (carbono) de la materia orgánica de origen vegetal (bosques de coníferas, helechos arborescentes) en un ambiente reductor (sin oxígeno). Generalmente el carbón se forma en zonas pantanosas, fluviales (ríos) o lacustres (lagos), en las que se acumulan grandes cantidades de vegetales y por lo tanto de celulosa y lignina (glúcidos complejos). Existen 4 tipos principales de carbón de acuerdo con su edad, su riqueza en carbono y el poder calorífico que desarrollan:

Turba: es el carbón más joven, todavía se está formando en la actualidad en las llamadas turberas, zonas pantanosas con gran riqueza de *esfagnos* (musgos del género *Sphagnum*). Tiene un 50 % de C y se reconoce perfectamente en este tipo de carbón la materia orgánica. Arde muy bien, pero no desarrolla gran poder calorífico (< 2000 cal.).

Lignito: posee un 80 % de C y todavía se pueden apreciar en él restos vegetales. El azabache es una variedad de lignito apreciada en joyería. Desarrolla de 2000 a 5000 cal.

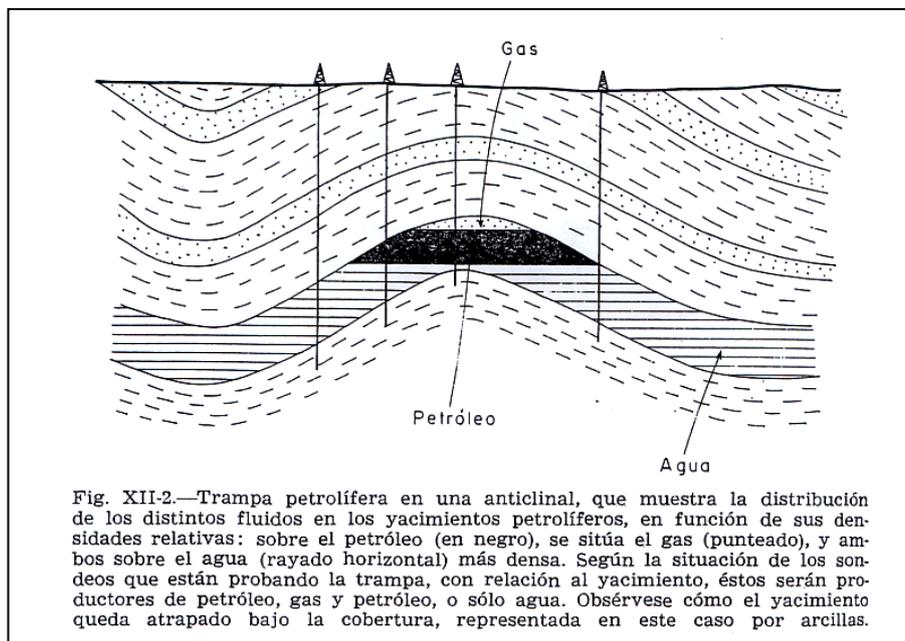
Hulla: posee un 90 % de C y desarrolla mayor poder calorífico, entre 6000 y 7000 cal. Por destilación de la hulla se obtiene el gas del alumbrado.

Antracita: posee un 95% de C y desarrolla todavía mayor poder calorífico, más de 7000 cal. Es más pobre en sustancias volátiles que la hulla. Se considera ya una roca metamórfica incipiente.

Petróleo: se forma por la destilación de la materia orgánica en una **cuenca marina**. En esa cuenca se acumulan grandes masas de algas y animales unicelulares que se van a transformar durante millones de años para dar diversos productos. El producto final de esa destilación es **una mezcla de hidrocarburos** (compuestos de H y C) sólidos, líquidos y gaseosos. La fracción sólida recibe el nombre de **asfalto**, la fracción líquida se llama **petróleo** y la gaseosa es el **gas natural**.

El petróleo se forma en la llamada roca madre, que es la que alberga la materia orgánica que se va a transformar en petróleo por un proceso diagenético. Luego, debido a su poca densidad va ascendiendo hacia la superficie ocupando los poros de las rocas que atraviesa. Si no se encuentra en su ascenso una roca impermeable (sin poros) que lo detenga, se pierde en superficie por erosión. Es decir, para que el petróleo pueda ser explotado ha de quedar cubierto y retenido por un estrato de rocas impermeables (por ej. arcillas). Cuando esto sucede se dice que se ha formado una trampa petrolífera. En esta situación el petróleo se encuentra ocupando los poros de la roca almacén (puede ser una arenisca o una caliza fracturada).

El petróleo aparece siempre acompañado de agua salada, que nos informa de su origen marino y gas (gas natural).



ROCAS METAMÓRFICAS

CONCEPTO DE METAMORFISMO.

Se llama **metamorfismo** al proceso por el cual se producen cambios mineralógicos y estructurales en una roca, generalmente sedimentaria cuando es sometida a una presiones y temperaturas elevadas pero sin llegar a la fusión, es decir, estos cambios ocurren **manteniéndose el estado sólido**. La rocas que se producen, cuyos minerales son estables en las nuevas condiciones, reciben el nombre de rocas metamórficas.

El tipo de roca metamórfica que se origina depende de tres factores:

- La presión.
- La temperatura.
- El tipo y la composición de la roca originaria en la que se produce el metamorfismo.

TIPOS DE METAMORFISMO

Dinamometamorfismo: se produce si predomina sobre todo un aumento de la **presión** (por ejemplo en las orogenias). Esto hace que los minerales se orienten con el eje mayor de los cristales perpendicular a la dirección en la que se ejerce la presión. Las rocas pueden adquirir **textura esquistosa o pizarrosa**, que hace que se separen en láminas. Esto ocurre, por ejemplo, en los **esquistos** y en las **pizarras**.

Metamorfismo de contacto o térmico: se produce si predomina sobre todo un aumento de la **temperatura**. Esto ocurre, por ejemplo en las rocas que rodean a un plutón o cámara magmática. Por efecto del calor que desprende ese magma se producen cambios en las rocas que la rodean y se forma una **aureola de metamorfismo**. Las rocas que se originan tienen estructura holocristalina, pero con cristales grandes que se forman por recristalización. Este proceso origina, por ejemplo, rocas como la **cuarcita** y el **mármol**.

Metamorfismo regional: se forman gran cantidad de rocas metamórficas de todos los tipos en grandes extensiones, durante el transcurso de las grandes orogenias, con grandes presiones.

TIPOS DE ROCAS METAMÓRFICAS

Tipos de rocas que se producen en función del grado de metamorfismo:

Roca sedimentaria original	P y T bajas	P y T medias	P y T altas	P y T muy altas
Arenisca	Areniscas	recristalizadas	Cuarcita	Fusión (magma)
Caliza	Calizas	recristalizadas	Mármol	Fusión (magma)
Arcillas	Pizarras	Esquistos	Gneiss	Fusión (magma)

Con textura pizarrosa:

Pizarras: rocas que se originan por un metamorfismo de bajo grado sobre las arcillas. Presentan pizarrosidad o esquistosidad. Suelen ser de colores oscuros por contener materia orgánica.

Esquisto: rocas de grado medio de metamorfismo también sobre arcillas. Presentan también esquistosidad y tienen ya minerales metamórficos. Muchas poseen mica.

Con textura granuda (holocristalina):

Gneiss: se produce por un metamorfismo de alto grado sobre las arcillas. Presenta una composición similar a la del granito, pero los minerales oscuros se alinean en bandas, lo que le da una textura lineada.

Cuarcita: se forma por metamorfismo de alto grado sobre las areniscas, por lo tanto es una roca muy rica en cuarzo SiO_2 . A diferencia de las areniscas, las cuarcitas son rocas muy impermeables. Resentan colores variados, aunque suelen ser de colores claros.

Mármol: se forma por un metamorfismo de alto grado sobre calizas y dolomías. Poseen, por lo tanto, CaCO_3 . Dan reacción con el HCl y también se carstifican en zonas frías, como las calizas. Son de colores variados, muchos son blancos.