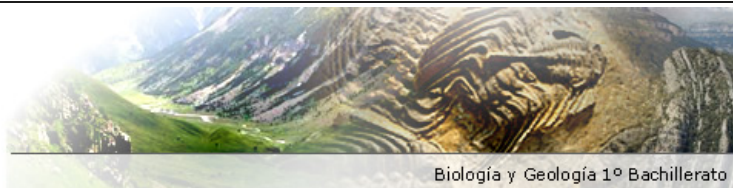


Fuente bajo licencia de Creative Commons: [Paisaje de fondo](#) , autor:Clayoquot .
[Afloramiento](#) , dominio público (Wikimedia Commons), autor: [Jonathan.s.kt](#) .

1. Minerales

Investigación

Geología

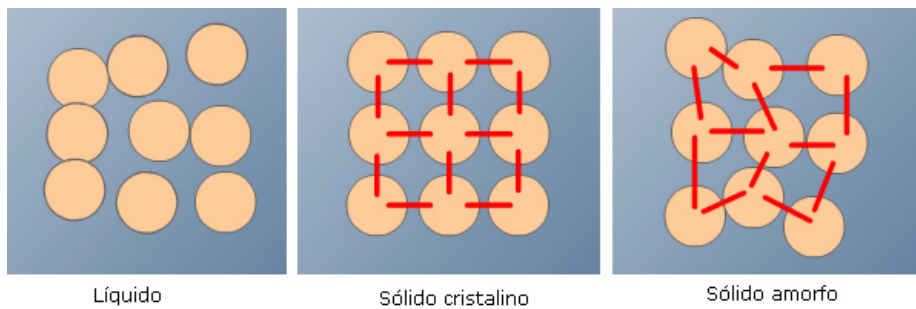


Biología y Geología 1º Bachillerato

Fuente de [animaciones](#) "estado de la materia" bajo licencia de [Creative Commons](#) , autor: Manuel Merlo

Los cuerpos sólidos, al igual que los líquidos y gases, están formados por átomos y moléculas.

Estas moléculas pueden distribuirse dentro del sólido de forma ordenada o desordenada. Al primer caso se le denomina **sólido cristalino** o cristal, y al segundo **sólido amorfo** .



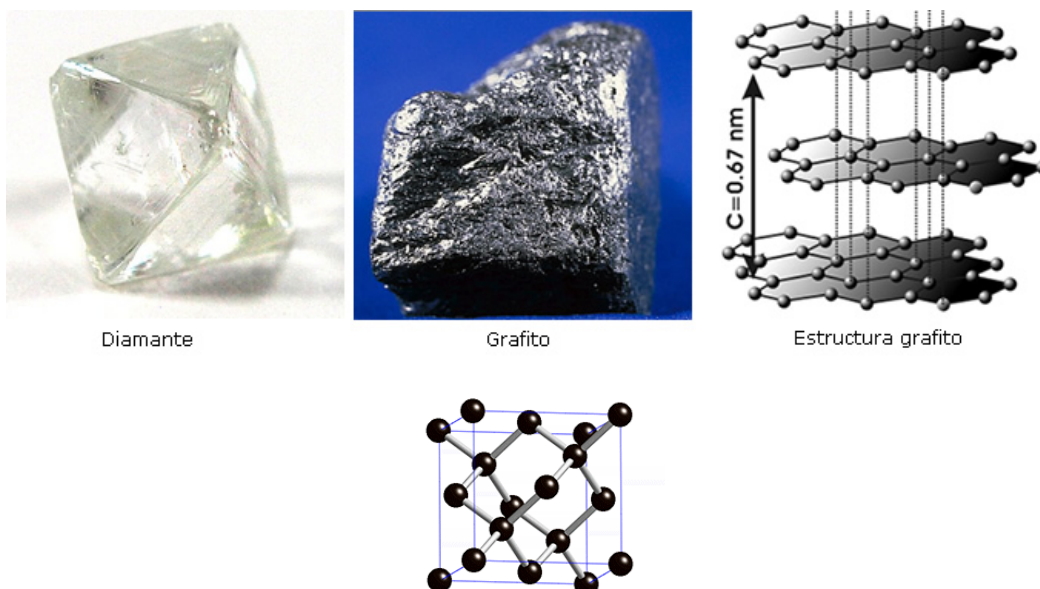
La mayor parte de los sólidos que forman la Tierra son de tipo cristalino. A los sólidos cristalinos de origen natural se les denomina **minerales**, por tanto, la Tierra está compuesta en su mayor parte por minerales.

Cada especie mineral presenta una composición características, así el mineral halita está formado por NaCl y la silvina por KCl. Ambos, aunque presentan características comunes, corresponden con especies minerales distintas (en la imagen inferior puedes ver su estructura cristalina: átomos de Cl en color verde y de Na-K en morado; Na para halita y K para silvina).



Imágenes bajo licencia de Creative Commons. [Halita](#), autor: [Rob Lavinsky](#); [Silvina](#), autor: [Aka](#); [Estructura](#).

Un cristal de una composición determinada puede ordenar sus átomos de distinta forma, dando lugar a distintas estructuras (entendiendo por estructura la distribución en el espacio de sus átomos o moléculas). Un ejemplo lo tenemos en los cristales de C, los cuales pueden ordenar sus átomos de forma compacta y siguiendo una geometría cúbica (formando cubos), o bien, de forma más espaciada y siguiendo una geometría hexagonal (formando prismas hexagonales). El resultado son dos cristales de la misma composición pero con propiedades totalmente diferentes. De hecho, el primer caso corresponde con el mineral diamante y el segundo con el mineral grafito. Esta propiedad (que una misma composición pueda presentarse con distintas estructuras) se denomina **polimorfismo**.



Imágenes bajo licencia de [Creative Commons](#). [Diamante](#), autor: [Rob Lavinsky](#); [Grafito](#); [Estructura grafito](#), autor: [Anton](#); [Estructura de diamante](#) (imagen inferior)

Por tanto, a la hora de definir un mineral no sólo basta con dar su **composición**. Si decimos que la composición de nuestro mineral es C, no sabemos si se trata de un Diamante o de un Grafito, es necesario saber también su **estructura**.

Importante

Un mineral es un sólido cristalino de origen natural definido por una composición y una estructura determinada.

Para definir la composición de un mineral utilizamos un lenguaje específico: La formulación química. Por ejemplo, el cuarzo es de composición SiO_2 , la Sal gema NaCl , etc.. De igual forma para definir la estructura debemos utilizar también un lenguaje específico: el "lenguaje" cristalográfico".

Reflexiona

En la investigación inicial has podido comprobar que de un mismo líquido podemos obtener un sólido cristalino o uno amorfo dependiendo de la velocidad de enfriamiento. ¿Cómo y por qué crees que está influye en el resultado final?

Mostrar retroalimentación

La **Cristalografía** (ciencia que estudia las estructuras cristalinas) ha ordenado todas las estructuras cristalográficas en 7 grandes grupos, denominados Sistemas cristalinos, de tal forma, que cualquier estructura mineral debe pertenecer a uno de estos 7 sistemas. A la hora de definir el mineral debemos decir su composición y el sistema cristalográfico al que pertenece. Por ejemplo, el diamante pertenece al sistema cúbico y el grafito al hexagonal.

Los 7 sistemas cristalinos son: Cúbico, Hexagonal, Tetragonal, Trigonal, Rómbico, Monoclínico y Triclínico.

Curiosidad

Cristales líquidos

Un cristal líquido es un tipo especial de estado de la materia mixto entre sólido y líquido. Su apariencia es líquida pero la movilidad de sus moléculas es limitada, se organizan siguiendo cierto orden. Presentan características peculiares que lo hacen interesantes desde el punto de vista técnico (caso de pantallas de cristal líquido).



Pantalla de cristal líquido . Imagen bajo licencia de Creative Commons , autor: J. Jagomagi

La mayor parte de los sólidos naturales que forman la corteza terrestre son cristalinos. No obstante, también podemos encontrar sólidos amorfos naturales. En estos casos se utiliza el término **mineraloide** para designarlos (parecidos a minerales) . Ejemplo de mineraloides son el ópalo o líquidos como el petróleo y los gases naturales.

Curiosidad

El **ámbar** es un mineraloide originado a partir de resina vegetal fosilizada proveniente de coníferas de hace millones de años. Es una sustancia dura, liviana y quebradiza cuya composición varía dependiendo del árbol del que proviene. En ocasiones, aparecen en su interior burbujas de aire, gotas de agua, partículas de polvo o pequeños seres vivos como insectos. Estas inclusiones proporcionan una gran cantidad de información a los científicos sobre cómo era la vida hace millones de años.



Fuente [ISFTIC](#) bajo licencia [Creative Commons](#)

Recientemente, se ha encontrado en El Soplao (Cantabria) el mayor yacimiento europeo de ámbar con ejemplares que poseen bioinclusiones del Cretácico (hace 110 millones de años).

1.1. Morfología de los minerales



Investigación

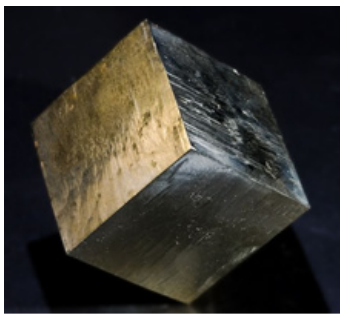
Geología



Biología y Geología 1º Bachillerato

Fuente [imagen de piritita](#) , autor: [Didier Descouens](#) (bajo licencia de [Creative Commons](#))

Los minerales pueden presentar formas externas geométricas como "reflejo" de su ordenamiento interno, esto nunca puede ocurrir en el caso de los sólidos amorfos. Estas formas geométricas están limitadas por caras planas denominadas caras o **planos cristalográficos** , al ser superficies planas y pulidas actúan como espejos generando un brillo característico. Cuanto mas grande sea el plano mayor será el brillo. En estos casos la forma externa del mineral puede informarnos del sistema cristalino al que pertenece.



Pirita (FeS_2)
Sistema cúbico



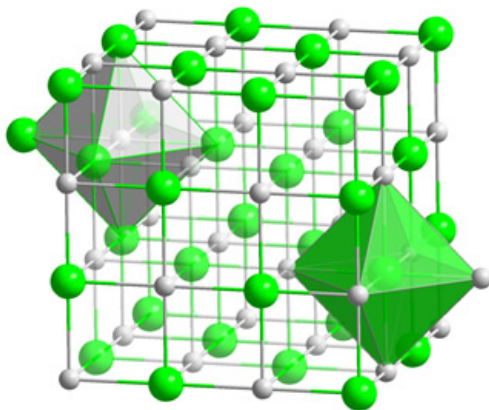
Berilo ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$)
Sistema hexagonal



Calcita (CaCO_3)
Sistema trigonal

Imágenes bajo licencia de [Creative Commons](#) . [Pirita](#) , autor: [DidierDescouens](#) ; [Berilo](#) , autor: [Rob Lavinsky](#) ; [Calcita](#) , autor: [Vassil](#)

Aquellos minerales de tamaño muy pequeño, por ejemplo las arcillas, presentan planos también muy pequeños, por lo que no presentan brillo, mostrando un aspecto terroso (pero no por ello dejan de ser minerales).



Imágenes [Estructura cristalográfica](#) de [dominio público](#) y [Cristal](#) , autor: [Rob Lavinsky](#) bajo [Creative Commons](#) .

Para que un cristal pueda desarrollarse bien, son necesarias algunas condiciones:

- **Tiempo.** Si la formación de los enlaces se hace con rapidez, los átomos e iones que forman el mineral no podrán disponerse ordenadamente y formarán vidrio, o los cristales tendrán un escaso desarrollo.
- **Espacio.** Para que un cristal se desarrolle bien es necesario que disponga de espacio libre para crecer. Si hay limitaciones espaciales se producirán interferencias por el crecimiento simultáneo de cristales próximos y ninguno de ellos adquirirá su forma geométrica.
- **Reposo.** Un ambiente turbulento dificulta el proceso de desarrollo de los cristales.

Curiosidad

Los cristales más grandes del mundo se localizan en la mina de Naica en México. La cueva contiene cristales naturales de dimensiones descomunales. Algunos poseen 12 m de longitud, cerca de 2 m de diámetro y pesan más de 55 toneladas.

1.2. Mineralización



Investigación

Geología



Biología y Geología 1º Bachillerato

Imágenes de animación bajo licencia de Creative Commons. [Cuarzo](#) , autor: Didier Descouens; [Diamante](#) , autor: [Rob Lavinsky](#) ; [Grafito](#) ;

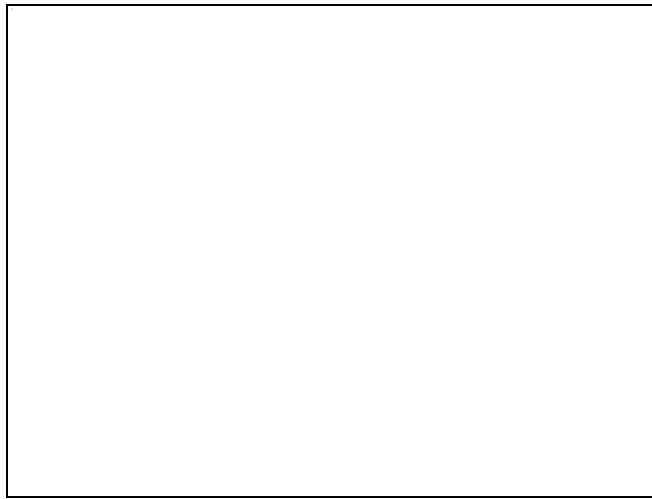
Por cristalización (mineralización) entendemos el proceso de formación de cristales (minerales). Los principales procesos de cristalización que ocurren en la naturaleza son los siguientes:

Enfriamiento de un fundido . Al enfriar un líquido (fundido) por debajo de su punto de fusión se transforma en sólido. Si el proceso no ha sido muy rápido el sólido formado será de tipo cristalino. Un ejemplo cotidiano lo tenemos en la transformación del agua en hielo. En la naturaleza también tenemos ejemplos de este tipo en el enfriamiento de la lava (magma).

Variación en las condiciones de presión y temperatura . Cada mineral es estable en unas condiciones de presión y temperatura determinadas, si variamos estas condiciones el mineral se transforma en otro. Por ejemplo, el grafito es estable en condiciones de baja y media presión, si aumentamos mucho la presión su estructura deja de ser estable y se transforma en una estructura cúbica (más compacta), es decir se convierte en un diamante.

En la naturaleza los distintos ambientes geológicos no siempre están sometidos a las mismas condiciones, la presión y temperatura pueden cambiar con el tiempo, cambiando también los minerales.

Precipitación a partir de una disolución . Un ejemplo de este proceso lo tenemos en el agua del mar, al evaporarse precipita la sal, por ejemplo, en las salinas. Las sales precipitadas son de tipo cristalino (minerales), ejemplo el mineral Sal Gema o Halita.



Curiosidad

Los **diamantes** requieren condiciones de alta presión para poder formarse. Estos valores se alcanzan a profundidades de 140 km a 190 km, en el manto terrestre. ¿Cómo es posible encontrarlos entonces en la corteza?.

Los diamantes son "arrastrados" a la superficie terrestre a través de erupciones volcánicas profundas. El magma expulsado, al enfriarse, origina un tipo de roca característica, las **kimberlitas**.



Diamante (imagen de dominio público)

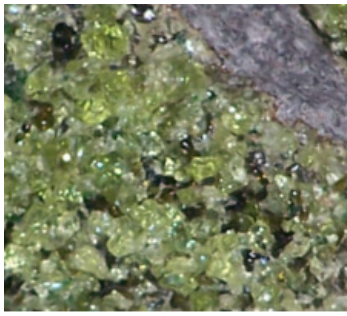
1.3. Clasificación de minerales



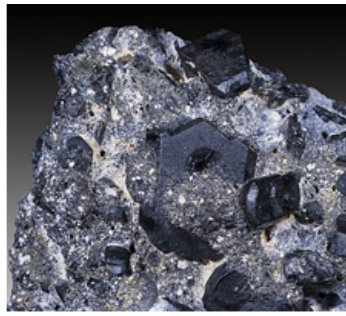
Para clasificar los minerales seguimos un **criterio químico**, es decir, en función de su composición química distinguimos distintos grupos. Así diferenciamos entre los elementos nativos, óxidos, sulfuros, silicatos, carbonatos, sulfatos, haluros, etc..

A los minerales que forman parte de las rocas de la corteza terrestre se les denomina minerales petrogenéticos. El grupo más importante, por su abundancia, es el de los **silicatos** (forman más del 90% de la corteza). Son minerales mayoritarios de las rocas magmáticas y metamórficas. En la composición de las rocas sedimentarias, además de silicatos, entran otros minerales como carbonatos, sulfatos, haluros o fosfatos.

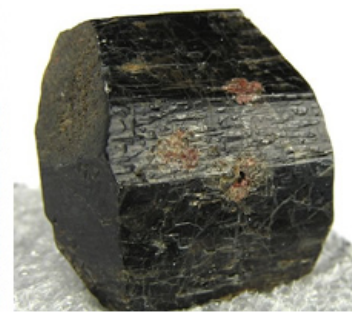
Los silicatos más importantes son (ordenados de densidad mayor a menor): olivinos, piroxenos, anfíboles, micas, feldespatos y cuarzo.



Olivino



Augita (piroxeno)



Hornblenda (anfíbol)



Moscovita (mica)



Plagioclasa (feldespato)



Cuarzo



Calcita (carbonato)



Pirita (sulfuro)



Halita (Haluro)

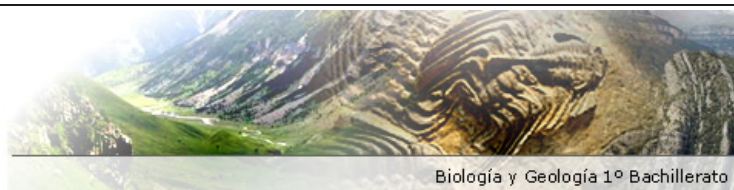
Imágenes bajo licencia de [Creative Commons](#) . Olivino ; Piroxeno , autor: [Didier Descouens](#) ; Anfíbol , autor: [Rob Lavinsky](#) ; Mica , autor: [Rob Lavinsky](#) ; Feldespato , autor: [Rock Currier](#) ; Cuarzo , autor: [Didier Descouens](#) ; Calcita , autor: [Vassil](#); Pirita , autor: [Hannes Grobe](#); Halita , autor: [Didier Descouens](#)

2. Rocas



Investigación

Geología



Biología y Geología 1º Bachillerato

Fuentes bajo licencia [Creative Commons](#) : animación zoom de roca, [Isla de las Ciencias](#) , autor: Manuel Merlo; [Paisaje de fondo](#) , autor:Clayoquot

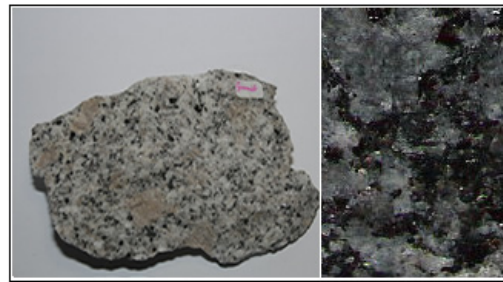
Los minerales no suelen encontrarse aislados en la naturaleza sino que se agrupan formando unidades mayores: las rocas.

Una roca es un agregado de minerales. Por ejemplo, el granito es una roca formada por tres tipos de minerales: cuarzo, feldespato y mica.

Podemos encontrar rocas formadas por minerales del mismo tipo o bien, como el granito, formadas por distintos tipos. A las primeras se les denomina rocas **monominerálicas** , y a las segundas **poliminerálicas** . Un ejemplo de roca monominerálica es el mármol, formada por minerales de calcita (suelen ser de color homogéneo, siendo más difícil distinguir un mineral de otro)



Mármol (monominerálico)



Granito (poliminerálico)

Imágenes bajo licencia [Creative Commons](#) . [Granito](#) , autor: [Der Messer](#) ; [Mármol](#) , autor:USGS

Al igual que los minerales las rocas se definen por dos parámetros, su composición y su textura.

La **composición** de una roca no se expresa mediante el lenguaje químico (formulación química) sino que se nombran los minerales que la componen (composición mineralógica), así decimos que la composición del granito es de cuarzo, mica y

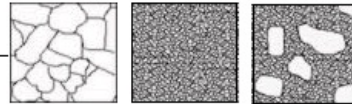
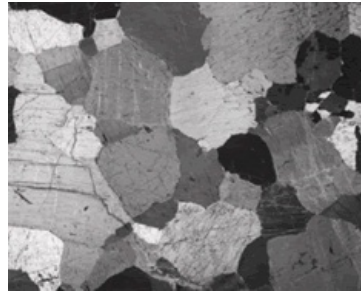
feldespato, o la del mármol de calcita.

Podemos tener casos en que la composición de dos rocas sea la misma y, sin embargo, las rocas sean muy diferentes entre sí. Por ejemplo, el mármol y la caliza son rocas de la misma composición, calcita, pero su aspecto es totalmente distinto. El mármol es mucho más brillante que la caliza, esto es debido a que sus minerales de calcita son más grandes que los de la caliza. Por consiguiente, sus planos cristalográficos son mayores y brillan más. A este aspecto de la roca se le denomina textura.

La **textura** de una roca se define como la relación geométrica de los elementos que la forman. Hace referencia al tamaño y forma de los minerales.

Ejemplos de texturas serían los siguientes

- Textura cristalina: Todos los minerales tienen un tamaño medio-grande y son visibles a simple vista. Debido al tamaño de los minerales estas rocas suelen tener un aspecto brillante (mármol, granito..)
- Textura microcristalina: Todos los minerales tienen un tamaño pequeño no siendo visibles a simple vista, sólo al microscopio.
- Textura porfídica: Entramado de minerales pequeños con minerales grandes dispersos.



Textura cristalina, microcristalina, porfídica

Para saber más

En una roca podemos distinguir dos tipos de minerales:

-Minerales esenciales. Son los que constituyen la naturaleza de la roca y le dan sus características y propiedades por encontrarse en mayor proporción. La carencia de uno de ellos tendría como resultado la formación de una roca distinta con distintas propiedades.

-Minerales accesorios. Se trata de minerales que aparecen ocasionalmente en proporciones muy bajas dentro de la composición típica de una roca determinada. Su presencia no altera las características básicas de la roca.

Por ejemplo, la composición del granito se caracteriza por sus minerales esenciales: cuarzo, feldespato, mica. No obstante, también puede presentar otros (minerales accesorios): circón, magnetita, apatito, hornblenda, etc.

2.1. Métodos de estudio



Binocular



Microscopio petrográfico

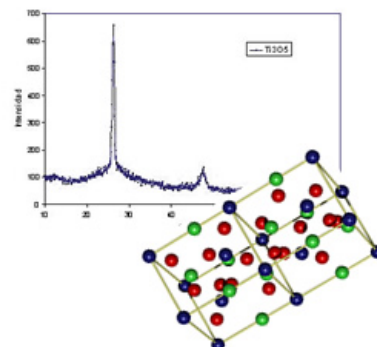


Diagrama difracción RX

Para analizar los minerales que componen una roca se pueden utilizar varios instrumentos o métodos de estudio:

● **Análisis visual.** Cuando los minerales tienen un tamaño adecuado (mayor de 1 mm) podemos apreciar a simple vista cada uno y en base a su color, brillo, etc.. distinguirlos y clasificarlos.

● **Análisis visual mediante lupa o binocular.** Para apreciar mejor las características de los minerales podemos aumentar la imagen utilizando lupas o binoculares.

● **Análisis visual mediante microscopio.** Al aumentar la imagen podemos apreciar minerales de tamaños muy pequeño (micras). Los microscopios que se utilizan para estudiar minerales son especiales y se denominan petrográficos.

● **Análisis mediante difracción de rayos X.** Al someter a la muestra (roca) a radiación se obtiene un diagrama con una serie de picos característicos cuya posición y altura depende de los minerales presentes.

Investigación

Geología



Biología y Geología 1º Bachillerato

A estas alturas ya debes ser un experto en mineralogía y petrología (ciencia que estudia las rocas). Por ese motivo, los técnicos del instituto de petrología te han pedido que utilices el difractor de rayos X para resolver varios problemas que tienen con distintas rocas, ¿te atreves?. Más abajo tienes un simulador de difracción de rayos X, utilízalo para resolver las distintas cuestiones que te plantean.

1. Al analizar dos rocas (A y B) mediante difracción de rayos X se han obtenido los dos diagramas inferiores ¿Cuál es la composición mineralógica de cada roca?

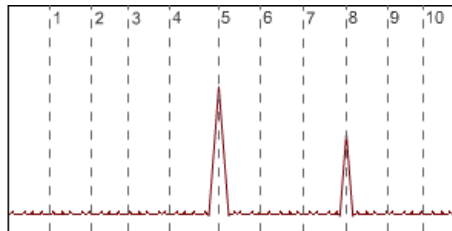


Diagrama roca A

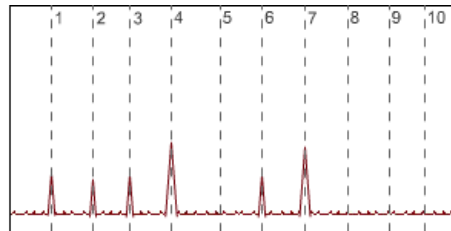
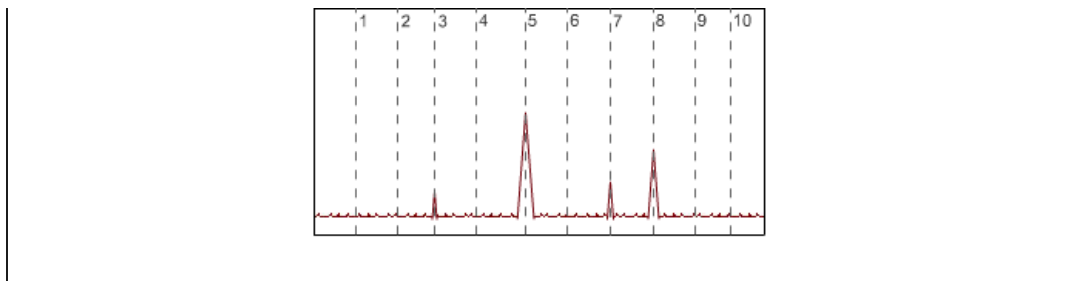


Diagrama roca B

2. Analizando en un diagrama de difracción la posición de los picos podemos averiguar qué minerales hay presentes ¿Qué información se obtiene analizando la altura de dichos picos?.

3. El diagrama inferior representa una roca compuesta por cuarzo y anfíbol ¿Qué mineral es mayoritario de los dos?.



Fuente de animaciones y cuestiones: [Isla de las Ciencias](#), autor: Manuel Merlo (bajo licencia [Creative Commons](#) , recursos del ITE)

2.2. Ambientes petrogenéticos



Investigación

Geología

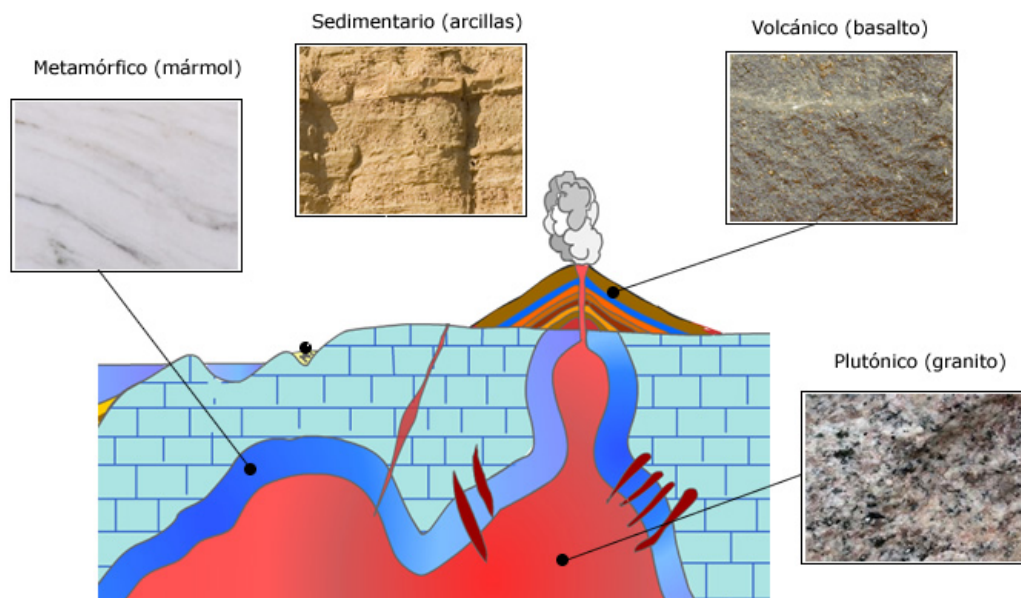


Biología y Geología 1º Bachillerato

[Imagen](#) de fondo bajo licencia [Creative Commons](#) (wikimedia Commons)

Para clasificar las rocas seguimos un criterio genético, es decir, en función de como se han originado los minerales que las componen distinguimos distintos grupos. Como existen tres tipos principales de cristalización distinguiremos también tres tipos básicos de rocas. Estas son: las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Las dos primeras se forman en profundidad por efecto del calor interno de la Tierra y la presión (rocas endógenas). Las rocas sedimentarias se forman sobre la superficie terrestre (rocas exógenas), bien por transformación de materiales rocosos existentes o por precipitación química.



● **Rocas ígneas o magmáticas** : formadas por enfriamiento y solidificación de un fundido (magma). Pueden ser de dos tipos: **plutónicas** (formadas en profundidad) o **volcánicas** (en superficie).

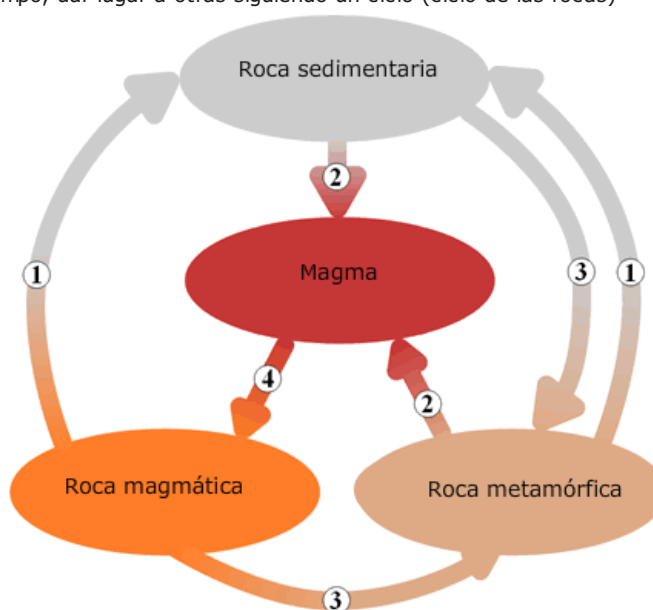
● **Rocas metamórficas** : formadas a partir de otras preexistentes. Los minerales y textura de las rocas cambian debido a variaciones de presión y temperatura. Por ejemplo, por la cercanía de un magma o el gradual enterramiento en cuencas sedimentarias.

● **Rocas sedimentarias** : formadas por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), dan lugar a materiales más o menos consolidados de cierta consistencia. También se pueden originar a partir de procesos de precipitación en cuencas marinas o lacustres.

Los distintos tipos de rocas pueden, con el tiempo, dar lugar a otras siguiendo un ciclo (ciclo de las rocas)

Ciclo de las rocas

- 1- Erosión, transporte, sedimentación
- 2- Fusión
- 3- Presión y temperatura (metamorfismo)
- 4- Enfriamiento, solidificación

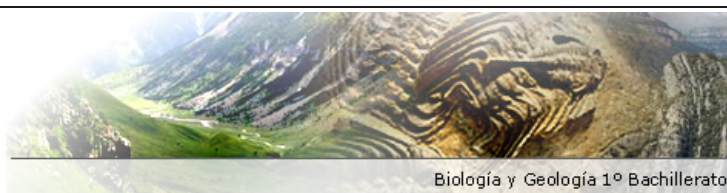


3. Utilidad de minerales y rocas



Investigación

Geología



Biología y Geología 1º Bachillerato

1ª imagen de fondo de [dominio público](#) (Wikimedia Commons), autor: [Jonathan.s.kt](#) . [Explotación a cielo abierto](#)
bajo licencia [Creative Commons](#) , autor: Reinhard Jahn, Mannheim

Minerales como recursos

Desde el punto de vista práctico los minerales podemos dividirlos en:

- **Minerales metálicos:** Son aquellos que utilizamos para extraer metales. Por ejemplo, galena (plomo) o pirita (azufre y hierro).
- **Minerales no metálicos:** Se obtienen diversas sustancias no metálicas, que se transforman para ser utilizadas posteriormente. Por ejemplo, la fluorita se utiliza para la fabricación del ácido fluorhídrico.

Un caso especial son los minerales radioactivos (como la uraninita) que sirven como recurso energético para las centrales nucleares.



Imágenes bajo licencia de Creative Commons (Wikimedia Commons). [Pirita](#), autor : Hannes Grobe;
[Galena](#) , autor: [Rob Lavinsky](#) ; [Fluorita](#), autor: [Rob Lavinsky](#)

Rocas como recursos

Pueden ser usadas como recursos industriales no energéticos o como fuente de energía

- Las **rocas industriales** son aquellas que se utilizan directamente o después de sencillos procesos de preparación. La mayoría tiene como destino la construcción: pavimentos de carreteras, revestimientos, fabricación de vidrio, elaboración de cemento, ladrillos, ornamentación, etc.
- **Las rocas como recursos energéticos (combustibles fósiles)** . Se trata de compuestos ricos en hidrocarburos con capacidad para obtener energía a partir de su oxidación. Es el caso del carbón, petróleo y gas natural. El 80% de los combustibles fósiles que utiliza la humanidad son de estos tres tipos.



Bloques de piedras utilizadas en fachada, arcilla utilizada para ladrillos, carbón utilizado como combustible
(Imágenes bajo licencia de Creative Commons - banco de imágenes de ITE)

Para saber más

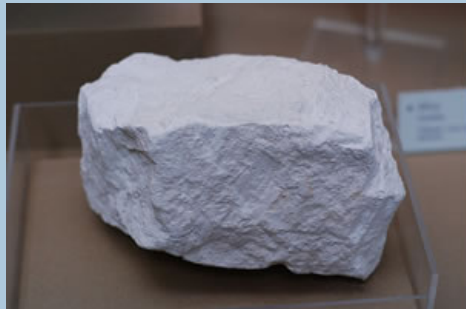
La **cal** se fabrica calentando piedra caliza a temperaturas elevadas, proceso en el que se desprende dióxido de carbono y se obtiene el óxido de calcio. Si te interesa puedes observar este vídeo sobre del proceso de elaboración artesanal:



Curiosidad

El **caolín** es una arcilla blanca que se utiliza para la fabricación de porcelanas y como espesante. También es utilizada en ciertos medicamentos, como agente adsorbente, debido a que es inerte, en la fabricación de pesticidas e insecticidas o en la fabricación de sanitarios.

La **piedra pómez** es una roca volcánica que tradicionalmente se ha usado en la higiene y en medicina para raspar callosidades.



Caolín (fuente [blmurch](#) bajo licencia [Creative Commons](#)); piedra pómez (fuente [ISFTIC](#) bajo licencia [Creative Commons](#)).

Explotaciones

Las explotaciones de yacimientos se denominan minas, las cuales pueden ser a cielo abierto si se encuentran en la superficie, o profundas, cuando están a varios metros de profundidad. Un caso especial son las perforaciones, en las que la extracción se hace a través de sondeos.

Ejemplos de explotaciones a cielo abierto son las canteras y excavaciones. Las primeras extraen las rocas industriales desde la misma superficie.

Las excavaciones son explotaciones poco profundas pero de gran extensión; en ellas se elimina mediante explosivos las capas de roca que recubren el mineral buscado hasta que resulta accesible para su explotación.

En las explotaciones no todo el material extraído posee valor o es rentable. En el caso de las explotaciones minerales distinguimos entre:

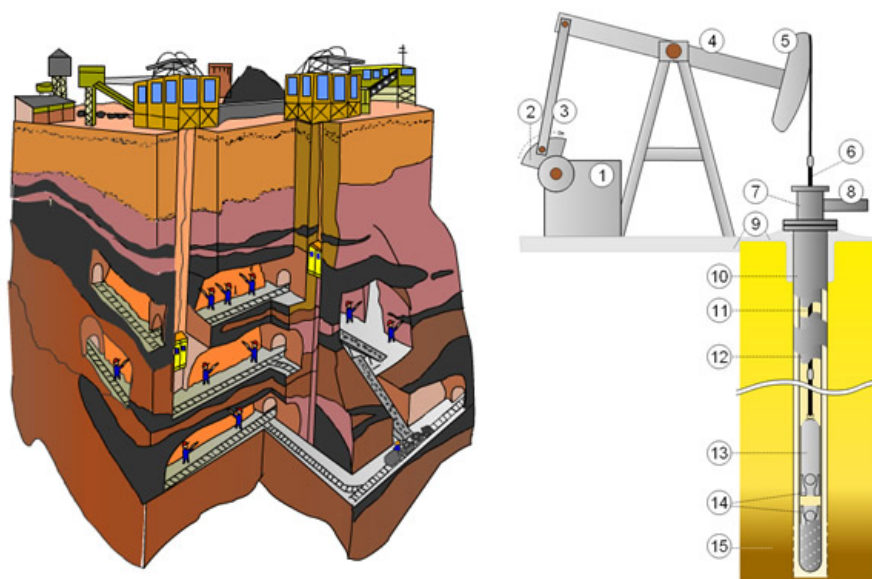
- **Mena:** Es el mineral que se explota en un yacimiento, es decir, el que contiene el elemento que nos interesa. La concentración del elemento que buscamos tiene que ser alta para que resulte rentable su explotación.

● **Ganga** : se trata del resto de mineral o roca que acompaña a la mena y que carece de valor en esa explotación. En algunos casos puede ser usado como producto secundario.



Imágenes bajo licencia [Creative Commons](#) . Cantera (1) y explotaciones a cielo abierto (2,3)

(1) autor: btr; (2) autor: Ignacio Benvenuty; (3) autor: Reinhard Jahn, Mannheim



Explotación subterránea y esquema de [perforación petrolífera](#) (Imagen bajo licencia [Creative Commons](#))