

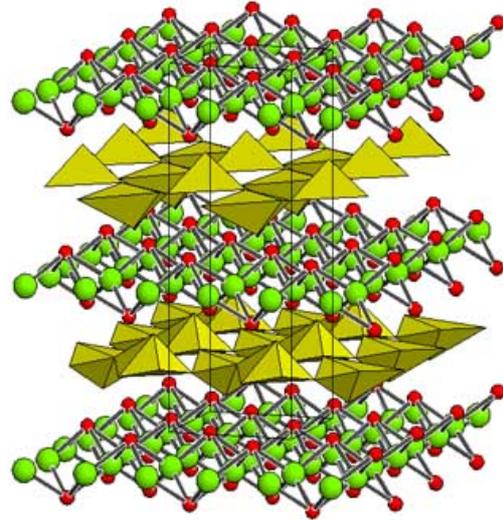
BLOQUE 2. LA MATERIA MINERAL.

2.1- CRISTALOGRAFÍA: ESTRUCTURA DE LA MATERIA CRISTALINA.

2.1.1- El estado sólido.

Aunque la materia en el universo adopta preferentemente el estado gaseoso, en Geología tiene mayor interés el estado sólido ya que la litosfera está constituida por rocas y éstas se componen de minerales, que son en su mayoría sólidos cristalinos.

El estado sólido se caracteriza por la fuerte unión entre sus partículas constituyentes, que ocupan posiciones más o menos fijas. Si estas posiciones están geoméricamente ordenadas hablamos de materia cristalina. Si por el contrario están desordenadas, hablamos de materia amorfa.



2.1.2- Propiedades de la materia cristalina.

La repetición indefinida de un motivo estructural que se repite, tiene una serie de consecuencias.

- Homogeneidad: el valor de una medida en una porción de un cristal se mantiene en cualquier porción de él.

- Anisotropía: Es una característica según la cual, determinadas propiedades de un cristal dependen de la orientación que se considere. Así, la conductividad eléctrica, calorífica, dilatación térmica, velocidad de propagación de la luz, etc., son muy diferentes según la dirección que se tome en cuenta. En el caso de la propagación de la luz en el interior de un cristal de cuarzo, por ejemplo, su velocidad dependerá de la dirección que los rayos sigan en su interior. Estructuralmente, la distancia entre los nudos vecinos de una red cristalina no es constante, y dependen de la dirección, de ahí que dependiendo de la dirección varíen las propiedades del cristal. (Los cristales del sistema cúbico pueden no presentar anisotropía en algunas propiedades, y por tanto comportarse como sólidos amorfos)

- Simetría: los elementos morfológicos que forman el cristal (caras, aristas y vértices) se repiten según unos ejes y planos imaginarios denominados elementos de simetría. Los sistemas cristalinos se caracterizan por sus diferentes grados de simetría, que oscilan entre la máxima del sistema cúbico, a la mínima del triclínico.

Se dice que dos figuras son simétricas entre sí cuando ambas se pueden hacer coincidir. Para realizar las coincidencias se utilizan las denominadas operaciones de simetría que son: reflexión, rotación o giro e inversión.

2.1.4- Procesos de cristalización y génesis cristalina.

La génesis cristalina tiene su origen en los siguientes mecanismos básicos:

-Solidificación por enfriamiento de un fundido, como sucede en una cámara magmática en la que desciende la temperatura.

-Precipitación química a partir de una disolución como sucede en el mar cuando se evapora el agua y cristalizan sales, o precipitación bioquímica inducida por la actividad de seres vivos como las conchas de los moluscos.

- Alteración o meteorización por acción del agua, el oxígeno o el dióxido de carbono sobre los minerales a la intemperie, proceso que puede dar lugar a minerales nuevos con estructuras diferentes.

- Sublimación por enfriamiento súbito de un gas, como sucede con la cristalización del azufre en las fumarolas volcánicas.

- Recristalización. Cuando en un cristal algunos iones son sustituidos por otros sin que se abandone el estado sólido y como consecuencia aparecen minerales nuevos. Un ejemplo de recristalización sería la transformación de la calcita en dolomita durante la diagénesis.

En condiciones adecuadas de presión, temperatura y saturación se produce la cristalización a partir de grupos de átomos o impurezas que actúan como núcleo de crecimiento del cristal. En ausencia de partículas el proceso se inicia en condiciones de sobresaturación.

Sobre los núcleos se van añadiendo, de forma ordenada y según capas paralelas, los átomos que constituyen la sustancia. El crecimiento es posible porque las capas externas que se van creando, nunca tienen completas sus cargas.

Algunos minerales están formados por microcristales, que solo son visibles a microscopio y otros por fenocristales, visibles a simple vista. Dichas características dependen de otras condiciones: espacio, tiempo y reposo.

Cuanto más lento y más largo sea el proceso de cristalización, los cristales podrán adquirir mayor tamaño, siempre que tengan espacio para su formación. En el otro extremo, un enfriamiento demasiado rápido, conducir a la formación de un vidrio volcánico, sin estructura cristalina.

Por falta de espacio, los cristales adquieren una forma externa irregular, pero cuando crecen libremente, su estructura interna se manifiesta también en la forma externa poliédrica.

El reposo es también una condición para que los cristales alcancen un mayor tamaño frente a los que se forman en ambientes agitados.

2.2- LOS MINERALES.

La mineralogía es la disciplina geológica que tiene por objeto el estudio de los minerales y de todas sus características: forma externa, comportamiento físico, composición química, génesis, así como su prospección y su explotación.

2.2.1- Conceptos básicos en mineralogía.

Mineral.

Un mineral es una sustancia sólida, inorgánica, natural, homogénea, de composición química y estructura interna definidas, y estable dentro de unos determinados límites de presión y temperatura.

En ocasiones, se incluyen sustancias líquidas como el mercurio.

En ocasiones se incluyen también sustancias no cristalinas como el ópalo.

También se usa de forma incorrecta el término "mineral" para referirse a "sal mineral"

Polimorfismo.

Una misma sustancia puede cristalizar bajo distintas condiciones de presión y temperatura. Siendo éstas las que determinan la estabilidad de cada mineral, se podrán obtener distintas estructuras cristalinas.

En general, a mayor temperatura y menor presión, aparecerán estructuras más abiertas; y a menor temperatura y mayor presión, las estructuras resultantes serán más compactas.

Son ejemplos de minerales polimorfos:

C – Grafito, diamante.

CaCO₃ -Aragonito, calcita.

SiO₂ - Cuarzo, cristobalita, tridimita, cohesita, etc.

KAlSi₃O₈ - Microclina, sanidina, ortosa (feldespatos potásicos)

Cuando un mineral ya está formado, pueden variar las condiciones termodinámicas. Entonces se produciría un cambio polimorfo. En ocasiones, estos cambios son extremadamente lentos. Se habla entonces de cambios "irreversibles" (ej: grafito- diamante)

Isomorfismo.

En las redes cristalinas, las sustituciones de iones por otros de relación carga/radio similar, pueden ser a veces muy abundantes. Si además las sustituciones se presentan con regularidad, se convierten en otra sustancia con la misma estructura cristalina.

En ocasiones, el ión sustituto tiene la misma carga:

Fe₂SiO₄ -----FeMgSiO₄ -----Mg₂SiO₄ (serie isomorfa de los olivinos)

(Fayalita)

(Forsterita)

Otras veces la carga no es la misma y es preciso que haya dos cambios simultáneos para que la carga del mineral permanezca neutra:

NaAlSi₃O₈ ----- CaAl₂Si₂O₈ (serie de las plagioclasas)

(Albita)

(Anortita)

2.2.2- Clases minerales.

I- Elementos nativos.

Elementos nativos son los elementos que aparecen sin combinarse con los átomos de otros elementos como por ej. oro Au, plata Ag, cobre Cu, azufre S, diamante C. Los elementos nativos son aquellos que se encuentran en la naturaleza en estado libre (puro o nativo), es decir,

sin combinar o formar compuestos químicos. Aparte de la clase de los elementos nativos los minerales se clasifican de acuerdo con el carácter del ion negativo (anión) o grupo de los aniones, los cuales están combinados con iones positivos.

A excepción de los gases atmosféricos, se distinguen alrededor de unos veinte elementos nativos. Ejemplo de éstos son: el oro, plata, platino, cobre, azufre y diamante (y sus formas de grafito o carbono)

II- Sulfuros.

Los sulfuros naturales (producto de metales y semiminerales) son la clase más importante en la metalurgia, pues en ella entran metales tan importantes como el hierro, estaño o manganeso, y otras menas como la galena o la esfalerita. Se trata de compuestos de diversos minerales combinados con el azufre. Ejemplo de minerales de los que forman parte los sulfuros son la pirita (FeS); calcopirita (CuFeS₂); galena (PbS); blenda (ZnS); cinabrio (HgS); antimonita (sulfuro de antimonio) y rejalgar (sulfuro de arsénico)

Por su parte, las sulfosales son minerales compuestos de plomo, plata y cobre combinados con azufre y algún otro mineral como el arsénico, bismuto o antimonio. Un ejemplo de sulfosal es la pirargirita

Incluido compuestos de selenio (Selenide), arsenuros (Arsenide), telururos (Telluride), antimonuros (Antimonide) y compuestos de bismuto (Bismutide). Los sulfuros se distinguen con base en su proporción metal. Ejemplos son galena PbS, esfalerita ZnS, pirita FeS₂, calcopirita CuFeS₂, argentita Ag₂S, Löllingit FeAs₂.

III- Haluros.

Los halogenuros o haluros, son compuestos que resultan de la combinación de un halógeno (cloro, flúor, bromo o yodo), con otro elemento. Un ejemplo común de halogenuro es la halita (sal de gema)

Los aniones característicos son los halógenos F, Cl, Br, I, los cuales están combinados con cationes relativamente grandes de poca valencia, p.ej. halita NaCl, silvina KCl, fluorita CaF₂.

IV- Óxidos e Hidróxidos.

Los óxidos e hidróxidos son el producto de la combinación del oxígeno con un elemento. En realidad, casi todos los elementos forman óxidos, que se dividen según sus propiedades en óxidos básicos (metálicos) y ácidos (formados por combinación del oxígeno con un elemento no metálico)

Los óxidos son compuestos de metales con oxígeno como anión. P.ej. cuprita Cu₂O, corindón Al₂O₃, hematitas Fe₂O₃, rutilo TiO₂, magnetita Fe₃O₄. Los hidróxidos están caracterizados por iones de hidroxido (OH⁻) o moléculas de H₂O⁻, p.ej. limonita FeOOH: goethita *-FeOOH, lepidocrocita *-FeOOH.

V- Carbonatos nitratos y boratos.

Los boratos están constituidos por sales minerales o ésteres del ácido bórico; se trata de minerales muy diferentes en apariencia y propiedades físicas.

Los nitratos son sales que derivan del ácido nítrico; se trata de un pequeño grupo de minerales difíciles de hallar en la naturaleza en formaciones concentradas, y que poseen características de escasa dureza y alta solubilidad; se distingue la nitratina o nitrato sódico (o nitrato de Chile o Caliche, llamado así por el gran yacimiento existente en el desierto de Atacama al Norte de ese país), y el salitre o nitrato potásico. Estas sales se utilizan frecuentemente en la fabricación de explosivos, y especialmente como abonos por su riqueza en nitrógeno.

Los carbonatos son sales derivadas de la combinación del ácido carbónico y un metal. Estos compuestos están muy difundidos como minerales en la naturaleza. Ejemplo de carbonatos son la azurita y malaquita (carbonatos hidratados de cobre), calcita (CaCO_3), aragonito (CaCO_3) y Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

VI- Sulfatos, Wolframatos, Molibdatos y Cromatos.

Los sulfatos son sales o ésteres del ácido sulfúrico, por lo general solubles en agua, excepto los sulfatos de plata, mercurio, calcio, bario, plomo y estroncio. Se trata de minerales de origen diverso, inestables, de aspecto variable (casi siempre no metálicos) y generalmente de escasa dureza. Ejemplo de sulfato es la Baritina (BaSO_4), el Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y la Tenardita (Na_2SO_4)

Los cromatos son sales o ésteres del ácido crómico. Se presenta generalmente en forma de minerales de colores amarillentos. Las sales alcalinas son utilizadas como reactivos analíticos y oxidantes.

Los wolframatos son elementos poco abundantes en la naturaleza. Se trata de un metal duro, denso y de brillo plateado, que se encuentra formando parte de la wolframita. Tiene utilidad en la formación de aleaciones y, dado su gran dureza, como sustituto del diamante. Una utilidad muy común por su elevado punto de fusión, es la fabricación de filamentos para lámparas incandescentes (tungsteno)

Los molibdatos (como la molibdenita) son minerales que se presentan en la naturaleza en forma de sulfuro. Tiene utilidad en la mejora de la resistencia y ductilidad de algunos aceros y aleaciones, y en la construcción de determinados componentes electrónicos.

VII- Fosfatos, Arseniatos y Vanadatos.

En los fosfatos el complejo aniónico $(\text{PO}_4)^{3-}$ es el complejo principal, como en el apatito $\text{Ca}_5[\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}]/\text{PO}_4)_3$ los arseniatos contienen $(\text{AsO}_4)^{3-}$ y los vanadatos contienen $(\text{VO}_4)^{3-}$ como complejo aniónico.

Los fosfatos sales o ésteres del ácido fosfórico, arsénico y vanadio. Son solubles en los ácidos minerales, excepto los fosfatos neutros de metales alcalinos, que son solubles en agua.

La utilidad fundamental de los fosfatos es la de fertilizante, aunque algunos de ellos también son empleados en la industria textil para eliminar la dureza del agua. Ejemplo de fosfatos son el apatito y la piromorfita.

VIII- Silicatos.

Los silicatos son sales de ácido silícico. Se trata de los compuestos más frecuentes y fundamentales de la litosfera. Son parte importante de numerosas rocas y minerales (integran el 95% de la corteza terrestre), y se hallan exclusivamente en forma de silicio y oxígeno (sílice), o en combinación con otros elementos. Salvo los alcalinos, los silicatos son insolubles, y gran parte de ellos, salvo el fluorhídrico, son inatacables por los ácidos.

Minerales que se incluyen dentro de los silicatos son el feldespato, mica, cuarzo, anfíbol, piroxeno y zeolita. Los silicatos más importantes son los de sodio y potasio (vidrios solubles), de magnesio (como el talco), de calcio (que integran el vidrio y el cristal), y de aluminio (como el caolín o la arcilla)

Es el grupo más abundante de los minerales formadores de rocas donde el anión está formado por grupos silicatos del tipo $(\text{SiO}_4)^{4-}$.

La estructura de los silicatos.

Más del 90% de los minerales que forman las rocas son silicatos, compuestos de silicio y oxígeno y uno o más iones metálicos.

Los principios estructurales de los silicatos son los siguientes:

a) Cada uno de los silicatos tiene como compuesto básico un ion complejo de forma tetraédrica. Este tetraedro consiste en una combinación de un ion de silicio con un radio de 0.42Å , rodeado por 4 iones de oxígeno con un radio de 1.32Å tan estrechamente como es posible geoméricamente. Los iones de oxígeno se encuentran en las esquinas del tetraedro y aportan al tetraedro una carga eléctrica de -8 y el ion de silicio contribuye con +4. Así, el tetraedro puede considerarse como un anion complejo con una carga neta de -4. Su símbolo es $[\text{SiO}_4]^{4-}$. Se lo conoce como anión silicato.

b) La unidad básica de la estructura de los silicatos es el tetraedro de $[\text{SiO}_4]^{4-}$. Se distinguen algunos pocos tipos estructurales de los silicatos: los neso-, soro-, ciclo-, ino y tectosilicatos.

c) El catión Al^{3+} puede ser rodeado por 4 o 6 átomos de oxígeno y tiene un diámetro iónico muy similar a Si^{4+} (Si^{4+} : 0.42Å , Al^{3+} : 0.51Å). Por esto reemplaza al Si^{4+} en el centro del tetraedro por ejemplo en la moscovita $\text{KAl}[\text{6}][\text{2}][(\text{OH})\text{2}/\text{Si}\text{3Al}[\text{4}]\text{O}11]$ o se ubica en el centro de un octaedro como los cationes Mg^{2+} o Fe^{2+} por ejemplo en el piroxeno de sodio Jadeita $\text{NaAl}[\text{6}]\text{Si}\text{2}\text{O}\text{6}$.

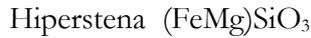
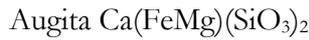
Tipos de silicatos

-**Nesosilicatos** formados de tetraedros independientes, que alternan con iones metálicos positivos como p.ej. en el olivino: $(\text{FeMg})\text{2SiO}\text{4}$

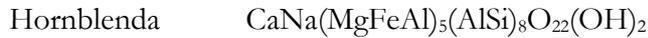
Además el oxígeno del anión silicato $[\text{SiO}_4]^{4-}$ simultáneamente puede pertenecer a 2 diferentes tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$. De tal manera se forman aparte de los tetraedros independientes otras unidades tetraédricas.

- **Sorosilicatos** formados de pares de tetraedros: $[\text{Si}_2\text{O}_7]$, por ejemplo epidota.
- **Ciclosilicatos** formados por anillos de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$: $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$, p.ej. berilo $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
- **Inosilicatos** formados por cadenas simples o cadenas dobles de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$:

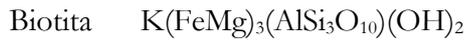
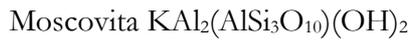
-cadenas simples por ejemplo piroxenos:



-cadenas dobles por ejemplo anfíboles.

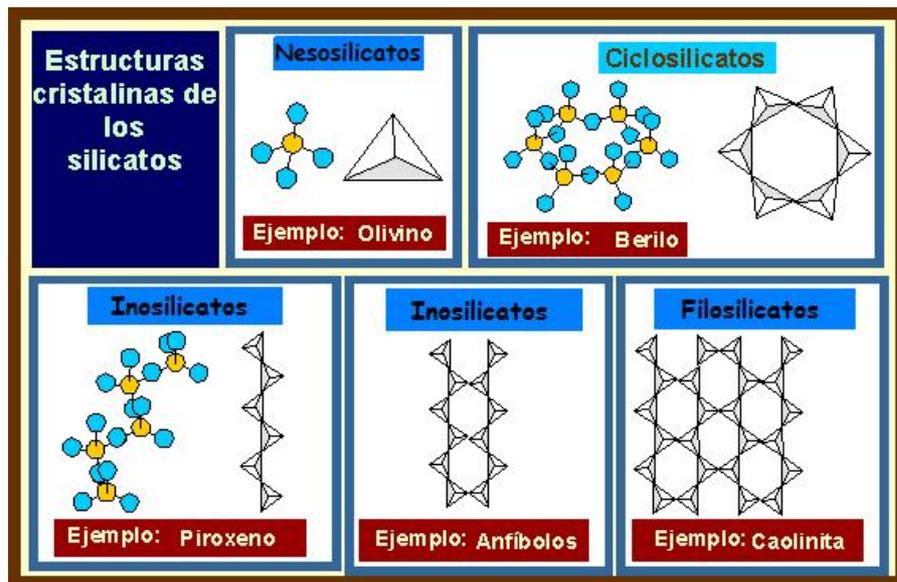


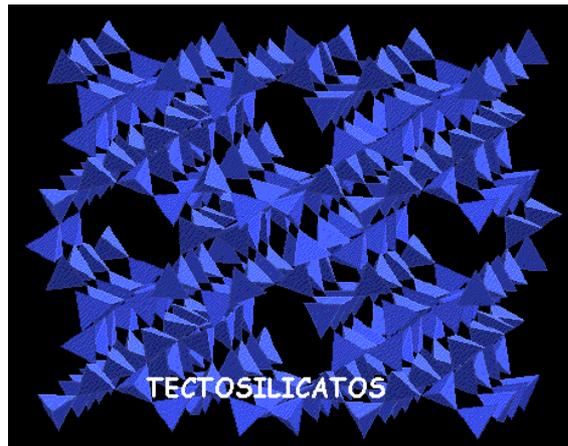
- **Filosilicatos** formados por placas de tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ por ejemplo:



Más los filosilicatos del grupo de la arcilla (caolín, illita, montmorillonita, clorita, etc)

- **Tectosilicatos** con estructuras tetraédricas tridimensionales, por ejemplo:



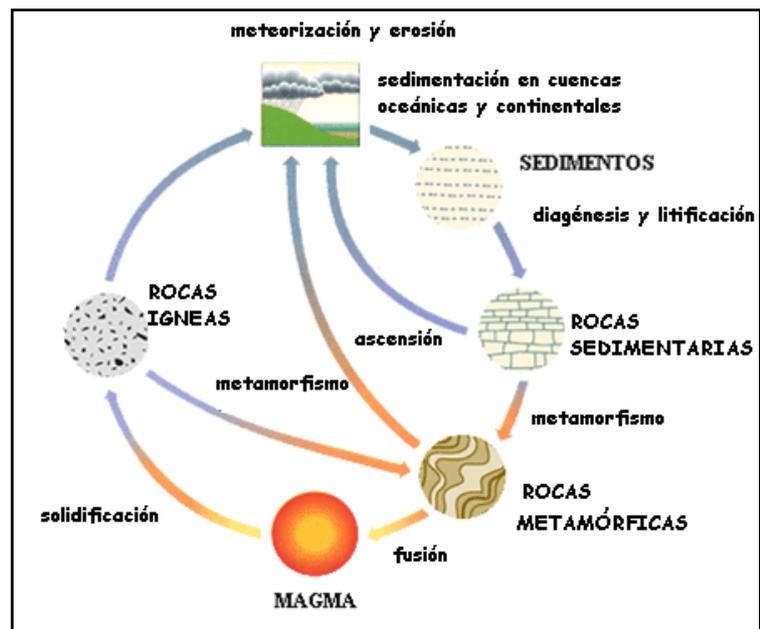


2.3- LAS ROCAS: EL CICLO LITOLÓGICO.

Una roca puede definirse como una asociación natural de minerales que forma la Tierra y especialmente la litosfera. Debido a su heterogeneidad, las rocas no tienen composición fija, y por tanto, no se pueden representar mediante una fórmula química. La composición de una roca depende de los minerales que la integran y de sus proporciones.

Todas las rocas proceden de otras rocas que han ido cambiando a lo largo del tiempo, transformándose a través de procesos diversos, siguiendo un patrón cíclico. Es lo que se llama ciclo litológico, en el que se relacionan temporalmente las rocas sedimentarias, las metamórficas y las magmáticas.

Más adelante se estudiarán en detalle los diferentes tipos de rocas.



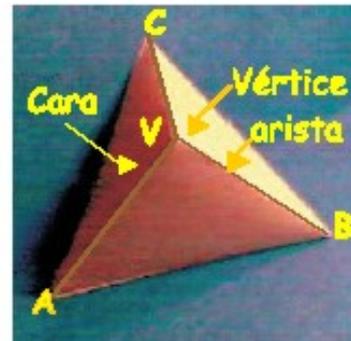
ANEXOS

I- Cristalografía geométrica.

a) El cristal.

En los sólidos los enlaces entre átomos o moléculas suelen encontrarse ordenados en las tres direcciones del espacio, constituyendo la materia cristalina. Esta propiedad intuida por algunos naturalistas desde el siglo XVIII, no tuvo confirmación hasta comienzos del siglo XX cuando Von Laüe demostró, mediante radiografías con rayos X, que los cristales estaban formados por el apilamiento de planos de átomos.

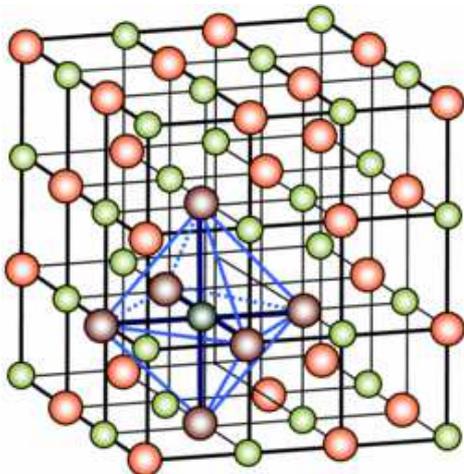
Se define cristal como "porción de materia cristalina limitada exteriormente por caras planas, aristas y vértices". Por extensión también se define como "cualquier sólido con estructura interna ordenada".



Los puntos A, B, C y V son vértices del tetraedro.
Las líneas VA, VB, VC y CA son las aristas.
Los planos VAB, VBC, BCA, y ABC son las caras del tetraedro.

Los cristales pueden ser de origen natural o artificial, y de composición inorgánica u

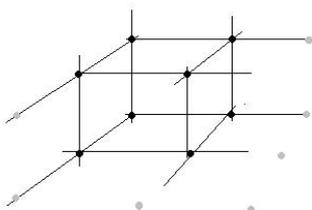
orgánica. La ordenación interna es la clave de sus propiedades, de las que depende su aspecto y su respuesta ante los procesos naturales o tecnológicos. A su vez, dichas propiedades son consecuencia de la relación entre diferentes variables como el tamaño de las partículas y su carga, los tipos de enlaces químicos, etc.



Los cristales visibles al ojo humano reciben el nombre de fenocristales. Los cristales sólo visibles a microscopio se denominan microcristales.

b) Teoría reticular.

La forma poliédrica de algunos cristales es consecuencia de su estructura interna. Las "radiografías" elaboradas de los cristales permiten afirmar que la materia cristalina constituye un andamiaje tridimensional, en el que las distancias entre las partículas y los ángulos que forman estos segmentos, se mantienen constantes.

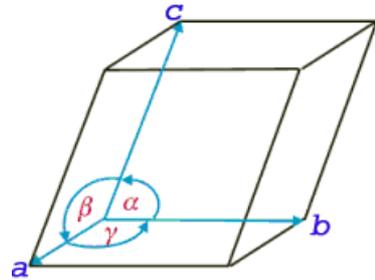


Para estudiar las redes cristalinas se establecen unos ejes de coordenadas que coinciden con filas fundamentales. Estos deben cumplir una serie de características:

-Los ejes coinciden con filas de partículas de la red.

-Los tres ejes coinciden con las filas de mayor densidad lineal (contienen nudos separados por el menor espacio posible)

Establecidos los ejes de coordenadas, su origen se hace coincidir con un nudo de la red y, a partir de él, se define un poliedro cuyas aristas son los ejes cristalográficos y los vértices de cada arista coinciden con dos nudos consecutivos. Este poliedro se denomina **celdilla unidad**.



Así pues, una red cristalina puede considerarse como el apilamiento de millones de celdillas elementales. En la naturaleza sólo existen 14 tipos distintos de celdillas elementales: las celdillas de Bravais.

CÚBICO $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P 	I 	F
TETRAGONAL $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P 	I 	
ORTORÓMBICO $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P 	I 	F
HEXAGONAL $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$	P 	TRIGONAL $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	P
MONOCLÍNICO $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 120^\circ$	P 	C 	
TRICLÍNICO $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	P 		

Tipos de celdas:

P = Primitiva
 I = Centrada en interior
 F = Centrada en todas las caras
 C = Centrada en dos caras

14 redes de Bravais

II- Elementos de simetría de un cristal.

La materia cristalina tiene simetría debido a la ordenación de sus átomos y repetición de la celdilla elemental.

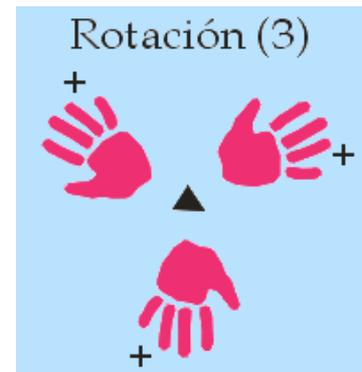
Los operadores mediante los que se pueden definir estos parámetros son el centro, eje y plano de simetría.

Centro de simetría

El centro de simetría es el punto ideal situado en el interior del cristal, que divide a los ejes cristalográficos que pasan por él en dos partes iguales.

Eje de simetría

El eje de simetría es la recta que pasa por el centro de simetría, y que al girar el cristal sobre él 360° se puede observar el mismo aspecto un número de veces 2, 3, 4 o 6. El orden de los ejes viene determinado por el número de veces que se repite una posición. Así, se definen como binarios cuando se repiten 2 veces; ternarios, cuando se repite 3 veces; cuaternarios, 4 veces; y senarios, 6 veces.

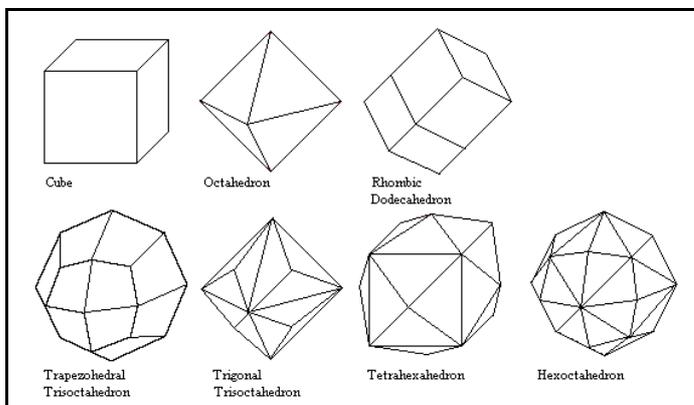


Plano de simetría

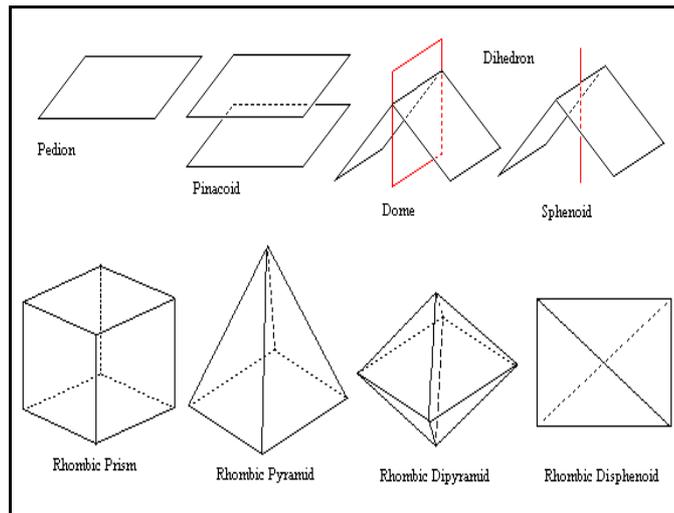
El plano de simetría es el plano ideal que divide el cristal en dos partes iguales y simétricas. Los tres ejes cristalográficos que pasan por el centro de simetría, dividen al cristal en ocho partes (octantes), coincidentes con los planos de simetría del cristal.



Cuando un poliedro puede reconstruirse totalmente a partir de una cara por aplicación sucesiva de los elementos de simetría, se dice que es una forma cerrada.



Pero a menudo esto no es posible, se habla entonces de que los cristales constan de dos o más formas abiertas.



Los cristales que existen en la naturaleza pueden agruparse en siete tipos (los sistemas cristalinos) de acuerdo con las longitudes de los ejes cristalográficos y de los ángulos que forman entre sí.

III- Defectos cristalinos: el cristal real.

La cristalización nunca es perfecta. Como en cualquier proceso natural se producen imperfecciones en el crecimiento. Estas imperfecciones reciben el nombre de defectos cristalinos. Son las responsables de variaciones en el color o la forma de los cristales. Los defectos cristalinos se denominan:

-**Vacancias:** Se producen por la ausencia en la red de un elemento. Las vacancias, al igual que otros defectos, pueden desplazarse libremente a lo largo de la red.

- **Átomos intersticiales:** Inclusión en la red de un átomo fuera de las posiciones reticulares. Con frecuencia este defecto se presenta unido a una vacancia, pues la formación de una vacante favorece la aparición de un átomo intersticial.

- **Sustituciones:** Entrada en la red de un átomo diferente, pero de similar radio iónico que el que la compone. Pueden dar lugar a la aparición de **series isomorfas** (cuando pueden darse todas las sustituciones posibles, sin alterar la estructura de la red).

- **Dislocaciones:** Aparición de nuevas filas de elementos cuando en el plano anterior no existían. Una dislocación de este tipo son las **dislocaciones helicoidales**, que permiten un crecimiento rápido de una cara, pues esta nunca se acaba.

-**Destrucciones locales** de la red debido a inclusiones de elementos radiactivos que se han desintegrado.

IV- PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MINERALES

a) Morfología

Se distingue la combinación de las caras del mineral/cristal y el hábito del mineral/cristal.

- Combinación de las caras

La combinación de las caras del cristal significa el conjunto de todas las caras del cristal o bien la forma cristalina, la cual depende de la simetría del cristal. Por ejemplo la [galena](#) (PbS) y la [halita](#) (NaCl), que pertenecen al sistema cúbico pueden cristalizar como cubos, además la galena puede cristalizar en una combinación de cubo y octaedro, granate cristaliza en la forma romboédrica, en la forma isotetraédrica o en una combinación de dichas dos formas.

Las caras de un cristal (hábito)

Cuando los cristales crecen sin interferencias, adoptan formas relacionadas con su estructura interna. El hábito se refiere a las proporciones de las caras de un cristal.

Existen varias formas del hábito:

- Columnar: alargado en una dirección y semejante a las columnas. Ejemplo: cristales de corindón.
- Prismático: alargado en una dirección. Ejemplo: cristales de andalucita.
- Tabular: alargado en dos direcciones. Ejemplo: cristales de [baritina](#).
- Laminar: alargado en una dirección y con bordes finos. Ejemplo: cristales de hornblenda.
- Hojoso: similar a las hojas, que fácilmente se separa en hojas. Ejemplo: [moscovita](#).
- Acicular: como pelo, como aguja.
- Botroidal: grupo de masas globulares, por ejemplo grupo de masas esferoidales de [malaquita](#).
- Reniforme: fibras radiadas, que terminan en superficies redondeadas. Ejemplo: hematita.
- Granular: formado por un agregado de granos
- Masivo: compacta, irregular, sin ningún hábito sobresaliente.

b-Dureza

Se llama dureza al grado de resistencia que opone un mineral a la deformación mecánica.

Un método útil y semicuantitativo para la determinación de la dureza de un mineral fue introducido por el químico alemán Mohs. El creyó una escala de dureza de 10 niveles. Para cada nivel existe un mineral representativo y muy común. El mineral del nivel superior perteneciendo a esta escala puede rayar todos los minerales de los niveles inferiores de esta escala. La dureza de un mineral desconocido puede averiguarse rascando entre sí una cara fresca del mineral desconocido con los minerales de la escala de MOHS. El mineral más duro es capaz de rayar el mineral más blando. Los minerales de la escala de MOHS que rayan el mineral desconocido son más duros como esto, los minerales que son rayados por el mineral desconocido son menos duros. Por tanto la dureza del mineral desconocido se estrecha entre el nivel superior del mineral que puede

rayarlo y el nivel inferior del mineral que es rayado por este mineral. Con cierta experiencia y algunos medios auxiliares simples se puede conocer rápidamente la dureza de forma aproximada.

Los minerales que pertenecen a la escala de MOHS son los siguientes:

Escala de dureza según MOHS		
Dureza	Mineral	Comparación
1	Talco	La uña lo raya con facilidad
2	Yeso	La uña lo raya
3	Calcita	La punta de un cuchillo lo raya con facilidad
4	Fluorita	La punta de un cuchillo lo raya
5	Apatito	La punta de un cuchillo lo raya con dificultad
6	Feldespato Potásico	Un trozo de vidrio lo raya con dificultad, Feldespato no raya el martillo geológico
7	Cuarzo	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas. Cuarzo raya el martillo geológico
8	Topacio	Puede rayar un trozo de vidrio y con ello el acero despide chispas
9	Corindón	Puede rayar un trozo de vidrio con facilidad.
10	Diamante	Puede rayar un trozo de vidrio con alta facilidad

La dureza de un mineral depende de su composición química y también de la disposición de sus átomos. Cuanto más grande son las fuerzas de enlace, mayor será la dureza del mineral.

c- Exfoliación

Los cuerpos cristalinos pueden partirse en superficies lisas a lo largo de determinadas direcciones, mediante la influencia de fuerzas mecánicas externas, por ejemplo mediante de la presión o de golpes de un martillo.

Esta llamativa exfoliación depende del orden interno existente en los cristales. Los planos de exfoliación son la consecuencia de la disposición interna de los átomos y representan las direcciones en que los enlaces que unen a los átomos son relativamente débiles. La superficie de exfoliación corresponde siempre a caras cristalinas sencillas. Un ejemplo de exfoliación completa en 2 direcciones: [mica](#), clorita, talco.

- Exfoliación ausente: [cuarzo](#) con su fractura concoidea. En el cuarzo los átomos están dispuestos con tal regularidad que los enlaces entre los mismos son muy similares en todas direcciones. En consecuencia, no existe tendencia a que el mineral se rompa según un plano particular, y en los cristales de cuarzo se desarrollan fracturas concooidales.

d- Brillo

El brillo es debido por la capacidad del mineral de reflejar la luz incidente. Se distinguen minerales del brillo.

Brillo de los minerales		
Brillo o lustre	Ejemplos / Descripción	
Metálico	pirita, magnetita, hematita, grafito	
semimetálico	uraninita (pechblenda, UO ₂), goethita	
No metálico	Adamantino	brillante: diamante, rutilo, el brillo más intenso
	Resinoso	como la resina, p.ej. esfalerita. Brillo intenso
	Vítreo	cuarzo, olivino, nefelina, en las caras cristalinas, siderita
	Oleoso	olivino.
	Graso	grasoso al tacto: cuarzo, nefelina de brillo gris graso.
	Perlado	como el brillo de las perlas, p.ej. talco, biotita, siderita
	Sedoso	como el brillo de seda: yeso de estructura fibrosa, sericita, goethita
	Mate, terroso	como el brillo de la tiza

e- Color

Respecto al color se distinguen dos grupos de minerales:

- los minerales idiocromáticos
- los minerales alocromáticos.

Se llama idiocromaticos a los minerales que tienen colores característicos relacionados con su composición.

En este caso el color es útil como medio de identificación.

Minerales idiocromáticos con colores distintos son, por ejemplo:

Mineral	Color
Magnetita	negro
Hematita	rojo
Turquesa	azul característico
Malaquita	verde brillante

Los minerales que presentan un rango de colores dependiendo de la presencia de impurezas o de inclusiones se llaman alocromáticos.

A los minerales alocromáticos pertenecen por ejemplo:

Feldespatos potásicos cuyo color varía de incoloro a blanco pasando por color carne hasta rojo intenso o incluso verde.

Cuarzo: Cuarzo puro es incoloro.

La presencia de varias inclusiones líquidas le da un color blanco lechoso. (véase: cuarzo)

Corindón: Corindón puro es incoloro. El corindón portando cromo como elemento traza es de color rojo y se lo llama rubí.

El zafiro es una variedad transparente de corindón de varios colores.

Por la existencia de minerales alocromáticos el color es un medio problemático para identificar un mineral.

El color de la raya es debido por trozos del cristal molidos muy finos, colocados sobre una base blanca, como p.ej. un trozo de porcelana facilita el que separemos si nos encontramos ante un mineral de color propio o ajeno.

El color de la raya del feldespato potásico siempre será blanca igualmente si es producido por un feldespato potásico incoloro, de color carne o verde. El color de la raya tiene importancia en la identificación de las menas. El color de la raya de:

- Magnetita es negra,
- de Hematita es rojo cereza,
- de goethita es de color café.

f- Transparencia

Minerales opacos son minerales no transparentes, es decir la luz no traspasa la muestra en ninguna forma.

Ejemplo: Magnetita, pirita, jaspe

Minerales traslucidos o semitransparente transmiten la luz, pero no son completamente transparente. Un buen ejemplo es el cuarzo lechoso.

- Otras propiedades de los minerales

- Cristales maclados

Algunos cristales están formados por dos o más partes en las cuales la celosía (Kristallgitter alem.) tiene orientaciones diferentes que están relacionadas en forma geométrica. Los cristales compuestos de este tipo se conocen como cristales maclados. Hay varios tipos de maclas, por ejemplo maclas simples, maclados de contacto, maclas de interpenetración, maclas paralelas, maclado normal

Se llaman maclas simples a los cristales compuestos de dos partes individuales, que tienen una relación estructural definida.

Si las dos partes de una macla simple están separadas por una superficie definida, ésta se describe como maclado de contacto.

Macla de interpenetración se refiere a los cristales unidos por un plano de composición - superficie a lo largo de la cual los dos individuos están unidos - irregular, por ejemplo. Ortoclasa

-Densidad o peso específico

Cada mineral tiene un peso definido por centímetro cúbico; este peso característico se describe generalmente comparándolo con el peso de un volumen igual de agua; el número de masa resultante es lo que se llama 'peso específico' o 'densidad' del mineral.

El peso específico de un mineral aumenta con el número de masa de los elementos que la constituyen y con la proximidad o el apretamiento en que estén arreglados en la estructura cristalina.

La mayoría de los minerales que forman rocas tienen un peso específico de alrededor de 2,7 g/cm³, aunque el peso específico medio de los minerales metálicos es aproximadamente de 5 g/cm³.

Los minerales pesados son los que tienen un peso específico más grande que 2,9 g/cm³, por ejemplo, circón, pirita, piroxeno, granate.