

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MINERALES

¿Qué es un mineral?

- Definición: Sólido de estructura homogénea formado de manera natural por procesos inorgánicos, con una composición química definida y una estructura atómica ordenada.
- Sólido de estructura homogénea: Conformado por una sola sustancia sólida que no puede ser dividida físicamente en compuestos químicos más simples...

¿Qué es un mineral?

- Composición química definida:
- Que puede ser expresado mediante una fórmula química específica (aunque no necesariamente constante)... ESTEQUIOMETRÍA

Cuarzo= SiO_2



Olivino= $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$

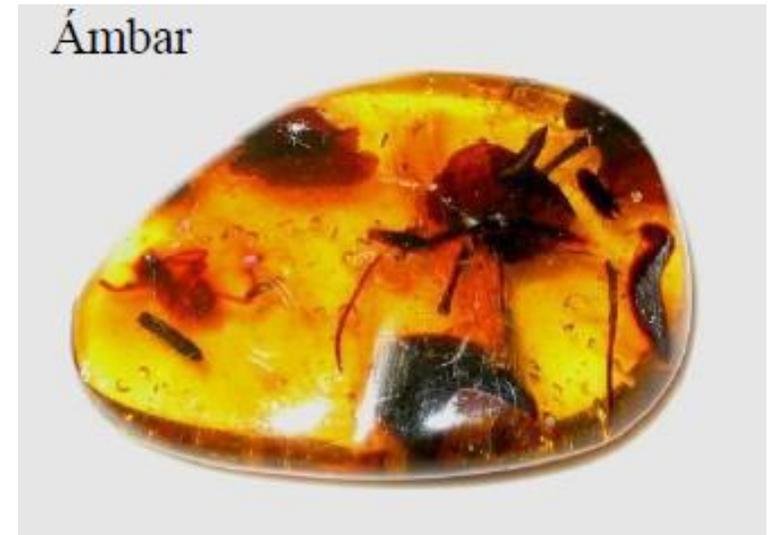
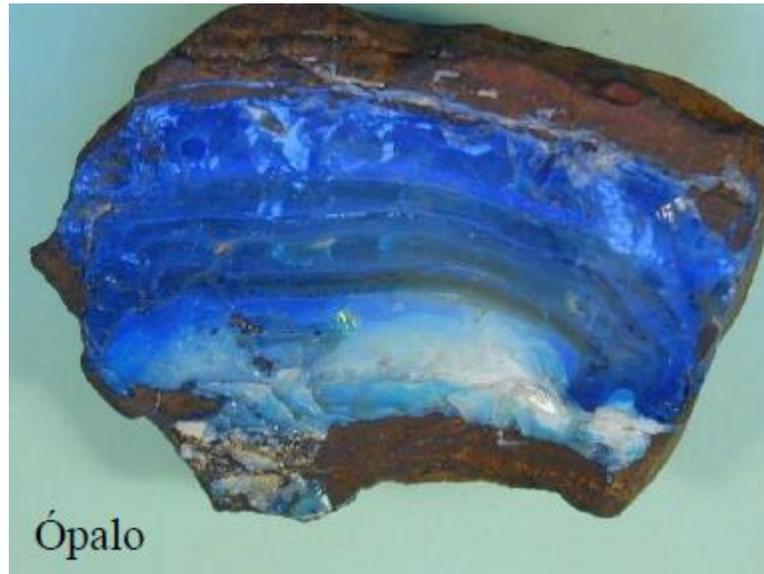


- Estructura atómica ordenada:
- Los átomos forman una estructura geométrica regular. Es decir... son cristales
- Los materiales no cristalinos son amorfos. Algunos son naturales: [mineraloides](#) (p. Ej. ópalo, obsidiana, ámbar...).

- **Los minerales son cristales...**



Mineraloides



¿Qué es un roca?

- Definición:
- Material natural cohesivo conformado por granos de uno o más minerales.

- **Las rocas están hechas de minerales...**

- Eclogita: Granate + Piroxeno + Rutilo 10



¿Qué es un roca?



Propiedades físicas de los minerales

Cada mineral exhibe un rango de **propiedades físicas** como el color, la dureza y el lustre



Varietades del mineral cuarzo (images from various sources)

Las propiedades del mineral son **determinadas** por su **composición química y su estructura interna** específica

Todos los minerales del mismo tipo exhiben la misma estructura interna, independiente de su apariencia externa o de cuándo, cómo y dónde fue formado

Propiedades de minerales



Color



Clivaje o exfoliación



Lustre

Mohs Scale of Mineral Hardness

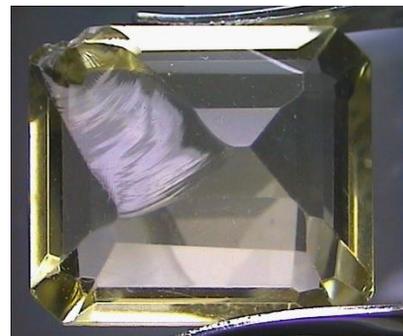
Hardness	Mineral
1	Talc
2	Gypsum
3	Calcite
4	Fluorite
5	Apatite
6	Orthoclase
7	Quartz
8	Topaz
9	Corundum
10	Diamond

Dureza

Densidad o (peso específico)



Hábito o forma cristalina



Fractura

Propiedades de los minerales



Propiedades de minerales



Propiedades de los minerales

Cada especie mineral tiene su fórmula química y unas propiedades características (color, brillo, densidad, etc.)

**Propiedades
que dependen
de la estructura
cristalina**

Hábito

Dureza

Exfoliación y fractura

Densidad y otras

**Propiedades
que dependen
de la
composición
química**

Color

Raya

Brillo

¿Qué propiedades se determinan en el laboratorio o campo?

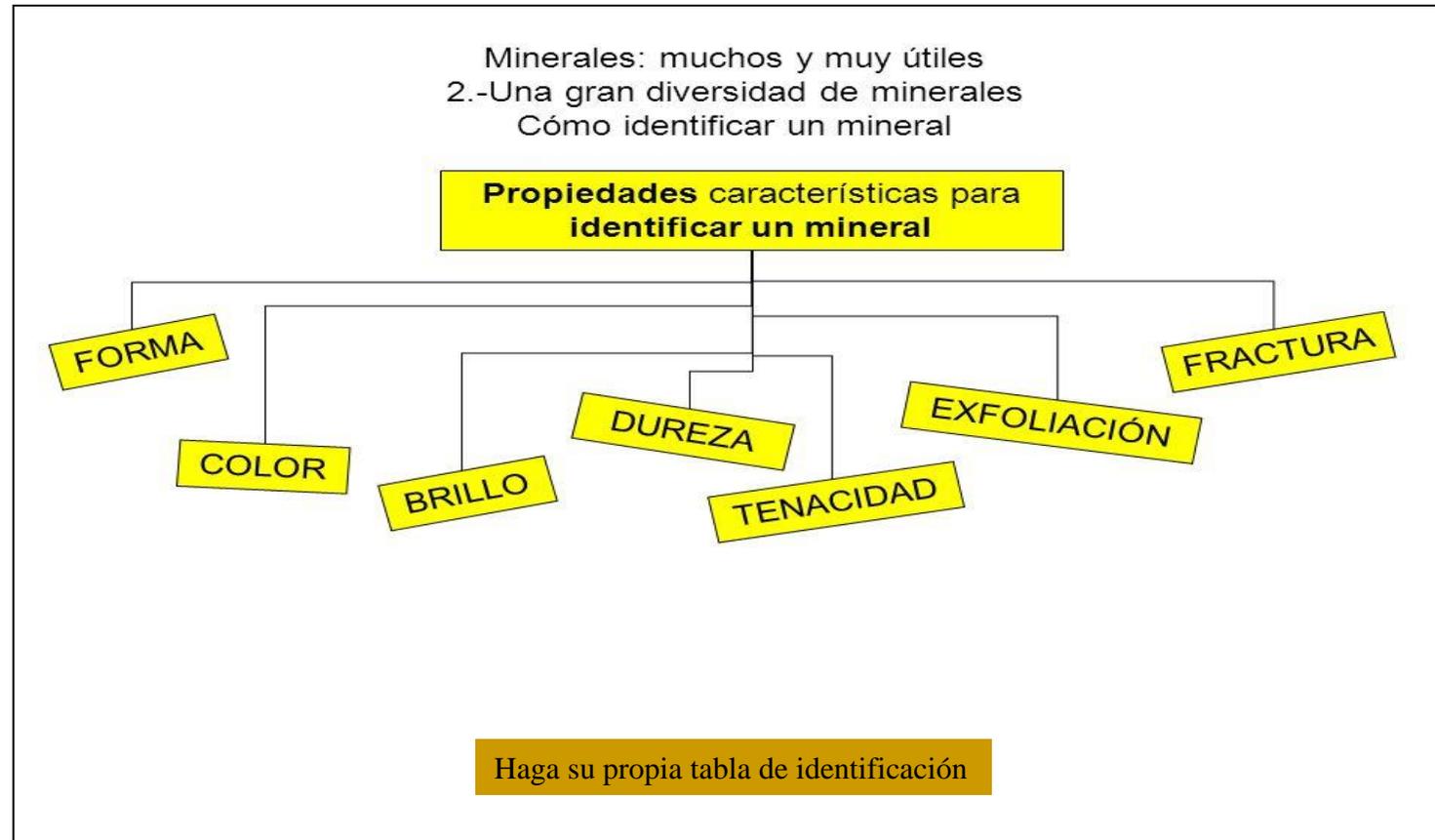
PRINCIPALES

1. Color
2. Hábito
3. Brillo
4. Exfoliación
5. Huella (o color de la raya)
6. Dureza
7. Peso específico

SECUNDARIAS

1. Sabor
2. Olor
3. Magnetismo
4. Fluorescencia
5. Reacción con HCl

Esquema simplificado de cómo identificar un mineral en muestra de mano



Hábito

Describe el aspecto macroscópico **general** que presentan los minerales, es decir, la tendencia a crecer en unas direcciones o en otras. Es el aspecto externo del mineral.



La proximidad de los términos FORMA y HÁBITO puede llevar a confusiones

Hábito

Prismático o columnar



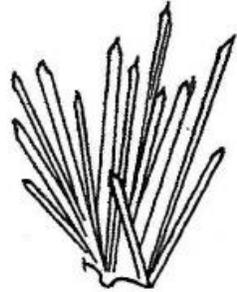
Tabular



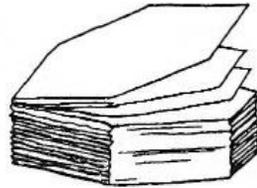
Cianita $[\text{AlAlO}(\text{SiO}_4)]_4$

Turmalina $(\text{Ca}, \text{K}, \text{Na}) (\text{Al}, \text{Fe}, \text{Li}, \text{Mg}, \text{Mn})_3 (\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe}, \text{V})_6 (\text{BO}_3) (\text{Si}, \text{Al}, \text{B})_6 \text{O}_{18} (\text{OH}, \text{F})_4$

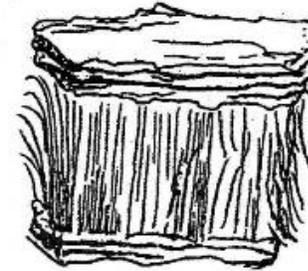
Hábito



Acicular



Laminar



Fibroso



Natrolita
($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

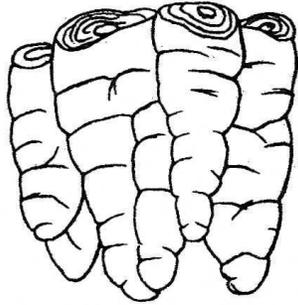


Moscovita
[$\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$]



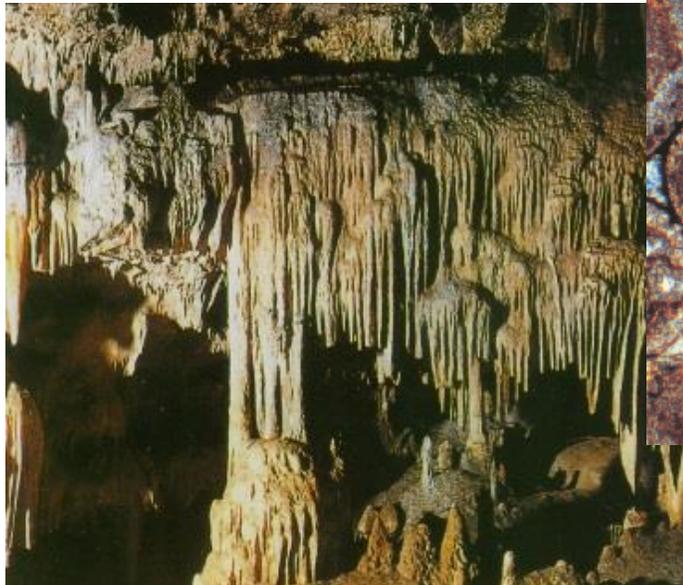
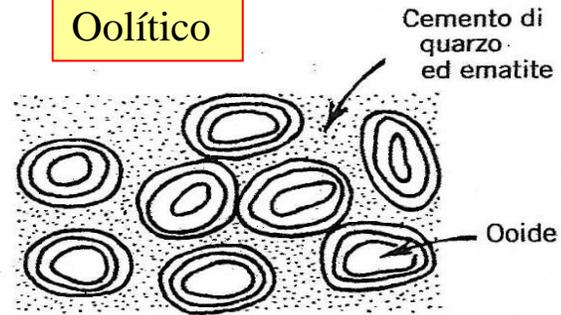
Asbesto
[$\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$]

Hábito

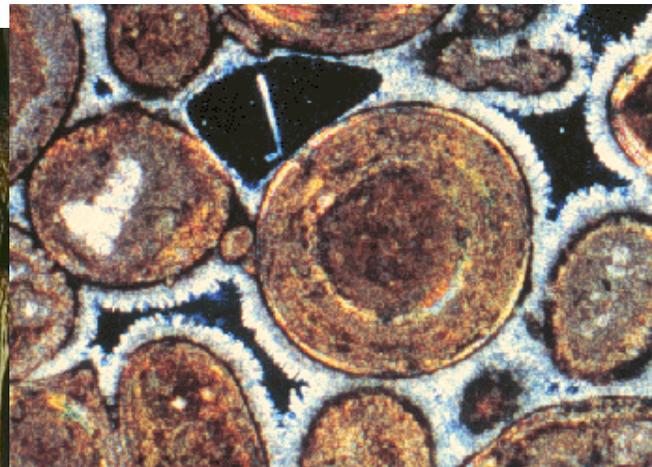


Coloforme

Oolítico



calcita (CaCO_3)



aragonito (CaCO_3) oolítico

Drusa



Calcita (CaCO_3)

¿Que es una geoda y una drusa?



Una geoda es una cavidad rodeada en su interior por una drusa y en su exterior por capas de calcedonia.



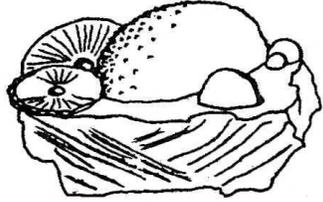
drusa



geoda



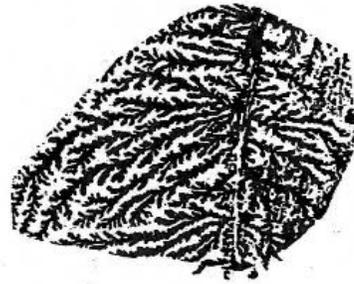
Hábito



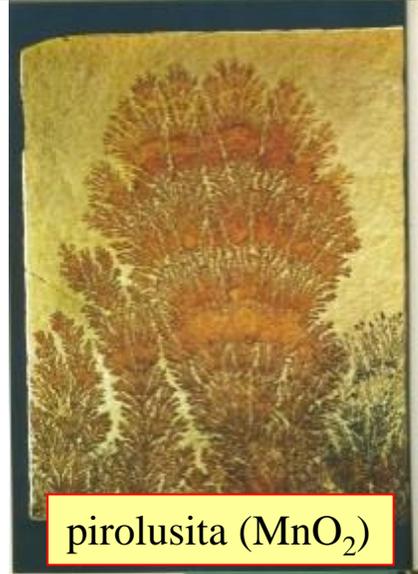
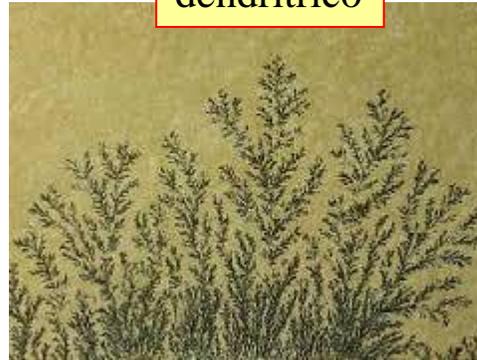
Globular radiada



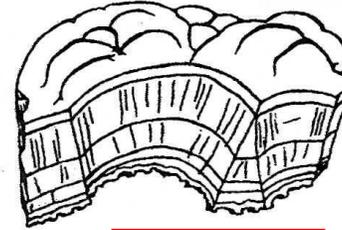
wavellita
 $[Al_3[(OH,F)_3(PO_4)_2] \cdot 5H_2O]$



dendrítico



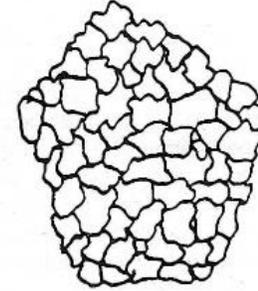
pirolusita (MnO_2)



Botroidal



Hematita (Fe_2O_3)



Masiva granular



Calcita ($CaCO_3$)
en un mármol

Clasificación de algunos hábitos cristalinos

- **Equigranular:** cuando un cristal está perfectamente formado pero no tiene una dirección predominante (igual desarrollo en todas las direcciones).
Ejemplo: halita.
- **Prismático o columnar:** alargado en una dirección. Ejemplo: cristales de andalucita.
- **Tabular:** alargado en dos direcciones. Ejemplo: cristales de barita.
- **Laminar:** variante del hábito tabular, donde el cristal tiene aspecto similar a las hojas. Ejemplo: moscovita.
- **Acicular:** variante del hábito prismático, como pelo, como aguja.
- **Botroidal:** grupo de masas globulares, por ejemplo grupo de masas esferoidales de malaquita.
- **Globular radiada:** similar al botroidal, pero dentro de cada esfera el cristal tiene aspecto radial.
- **Masivo:** compacta, irregular, sin ningún hábito sobresaliente.
- **Dendrítico:** con forma arborescente. Ejemplo: pirolusita.

Forma

Se refiere al *desarrollo de caras cristalinas* producto de las operaciones de simetría y por tanto es el reflejo de la estructura interna del mineral.

1. Desarrollo de caras cristalinas
2. Configuración de las caras

Forma (calidad de las caras cristalinas)



Cuarzo euhedral
Excelente desarrollo de
todas las caras

cuarzo SiO_2

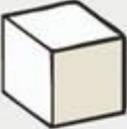
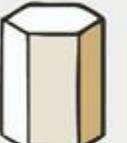
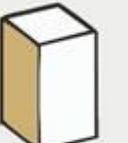
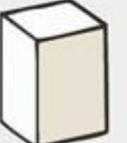
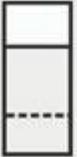


Cuarzo subhedral
(casi euhedral): se reconoce el poliedro, pero no está bien formado



Cuarzo anhedral
(sin forma): no se reconoce ninguna forma
poliedrica

Forma (uso de términos de forma simple cristalográfica)

Cúbico			
			
Cubo	Octaedro	Dodecaedro	Tetraedro
Hexagonal		Tetragonal	
			
Prisma	Prisma y dipirámide	Prisma	Prisma y pirámide
Rómbico		Monoclínico	Triclínico
			
Prisma	Dipirámide	Prisma monoclínico	Pinacoides



Hábito y forma

Hábito y forma son dos conceptos casi sinónimos, pero con pequeñas diferencias entre sí:

- La **forma** de los cristales es la calidad de las caras cristalinas, desde regular a irregular:
 - Euhedral (= Idiomorfo): caras regulares.
 - Subhedral (= Subhidioromorfo = Hipidioromorfo): algunas caras son regulares y otras irregulares.
 - Anhedral (= Alotrioromorfo = Xenomorfo): caras irregulares.
- El **hábito** de los cristales se refiere a la morfología de los mismos: equidimensional, tabular, prismático, laminar, acicular, etc.

Tanto el hábito como la forma están determinados en parte por su sistema cristalino, y en parte por la capacidad de crecimiento del cristal.

Asociaciones

Cetro



Cristales gemelos



Cluster



Aggregator



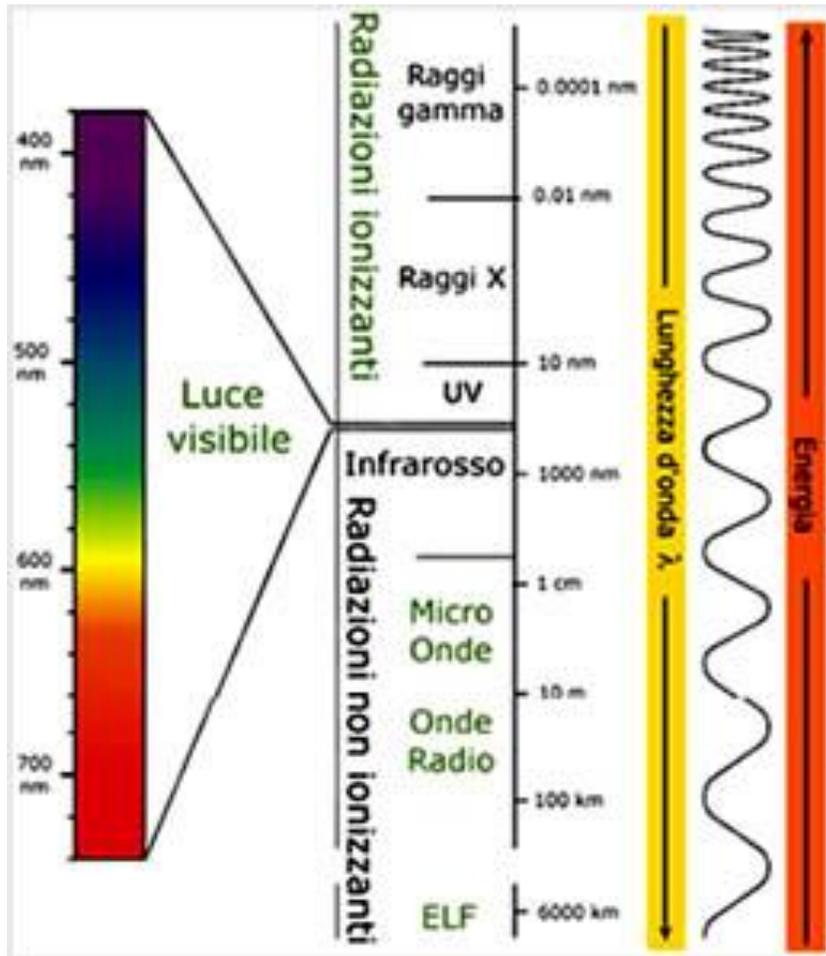
Inclusiones



Color



Color



Absorción
de la luz

Luz visible: 380 - 760 nanómetros

Condiciones físicas que generan el color en los minerales

- ❖ Si un mineral deja pasar todas las longitudes de onda a través de él, se ve incoloro (ejemplo: variedades cristalinas de cuarzo y calcita).



Calcita transparente

- ❖ Si un mineral absorbe todas las longitudes de onda que inciden en él, se verá negro (ejemplo: magnetita).
- ❖ Los minerales se ven coloreados si alguna de las longitudes de onda visibles que pasa a través de él coincide con la energía necesaria para pasar un electrón de un estado elemental a un estado excitado. Cuando el electrón vuelve al estado inicial, emite esa energía con la misma longitud de onda que la energía absorbida inicialmente. El resto de longitudes de onda son absorbidas.
- ❖ Si un mineral reemite todas las longitudes de onda que inciden en él, se verá blanco.

COLOR DE UN MINERAL

El color de un mineral depende del grado de absorción de la luz que tenga, que está influido por la composición y la presencia de impurezas.

Algunos minerales presentan diferentes colores y de dice que son alocromáticos y otros siempre tienen el mismo color y de dice que son idiocromáticos.



Colores en minerales idiocromáticos (no varían de color)

Mineral	Color
Magnetita	negro
Hematita	rojo
Epidota	verde
Clorita	verde
Lapislázuli	azul oscuro
Turquesa	azul característico
Malaquita	verde brillante
Cobre nativo	rojo cobrizo

www.geovirtual2.c

Color

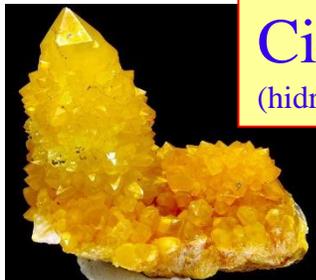
No siempre es una propiedad diagnóstica para identificar los minerales



Rosado
(óxido de Ti y Mn)

Cuarzo

Hematoide (hematita)



Citrino
(hidrato férrico coloidal)

hialino



ahumado
(irradiación radiactiva natural)



Amatista (óxido de hierro)

Color



berilo



aguamarina (berilo azul por Fe^{2+})



esmeralda (berilo verde por Cr^{3+})



heliodoro (berilo amarillo por Fe^{3+})

Color

turmalina



rubelita (turmalina rosada por Mn^{3+})



Elbaita (verde por Li^+)

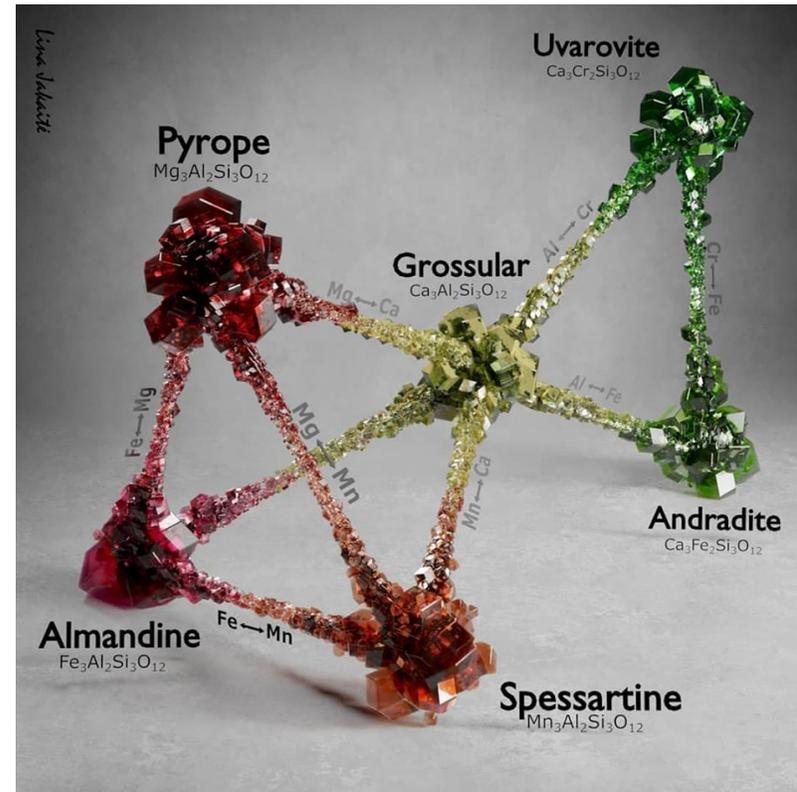
chorlo



sandía



granate



Causas de las variaciones de color en los minerales

- **Impurezas** (elementos traza): por solución sólida, algunos elementos químicos en muy pequeña cantidad sustituyen a los elementos mayores del mineral, interaccionan con la luz y dan color.
- **Defectos estructurales**: las redes cristalinas no son perfectas. Puede faltar un átomo en un hueco (vacante) o puede haber planos cristalinos no completos. En estos sitios se acumulan electrones que interactúan con la luz.
- **Inclusiones**: minerales muy pequeños dentro del mineral principal puede dispersar la luz. Si las inclusiones están orientadas siguiendo las direcciones cristalográficas del mineral principal, producen efectos de luz (ojo de gato, ojo de tigre, efecto estrella, etc.)
- **Fracturas**: pueden reflejar la luz en el interior del cristal, produciendo iridiscencias.

Causas de las variaciones de color en los minerales



Cuarzo ojo de gato



Cuarzo con iridescencia



Zafiro estrellado



turmalina policromática



Labradorita

@exoticcrystals



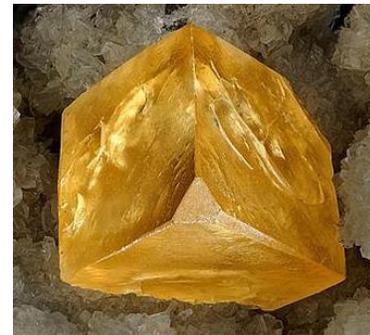
Luz

Cuando la luz incide sobre un mineral, se pueden presentar diferentes fenómenos físicos:

transmisión	la luz pasa a través del cristal
difusión	la luz se difunde en todas las direcciones
reflexión	la luz se refleja según una dirección definida
refracción	la luz se transmite en el interior del cristal según una dirección definida
absorción	el cristal absorbe una o más longitudes de ondas y transmite las otras longitudes.

Transparencia

- ❖ No es lo mismo color que transparencia. El **color** es la combinación de las longitudes de onda que son reflejadas o atraviesan un cristal. La **transparencia** es la capacidad de un mineral de dejar pasar la luz o no.
- ❖ Si un mineral deja pasar todas las longitudes de onda a través de él, se ve incoloro (ejemplo: variedades cristalinas de cuarzo y calcita).
- ❖ Si un mineral dejara pasar algunas longitudes de onda a través de él, pero otras no, el mineral será transparente pero tendrá color.
- ❖ Si un mineral no deja pasar ninguna longitud de onda, el mineral es opaco. Los minerales opacos pueden tener diferente color según las longitudes de onda que reflejen.



Transparencia

Propiedad de los minerales de dejar pasar la luz a través de ellos.

Transmisión de la luz



berilo translúcido



galena opaca



Brillo (o lustre)

El brillo es debido a la capacidad del mineral de reflejar la luz incidente.

Depende de varios factores:

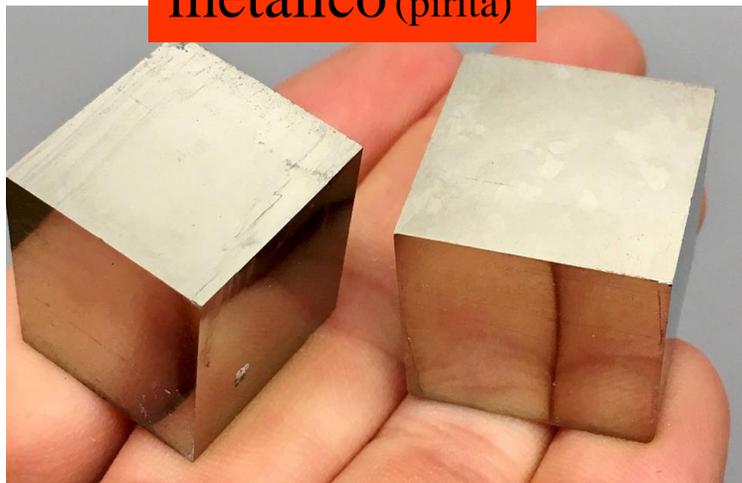
- índice de refracción
- dispersión
- transmitancia
- textura de la superficie

Ejemplos de tipos de brillos en los minerales

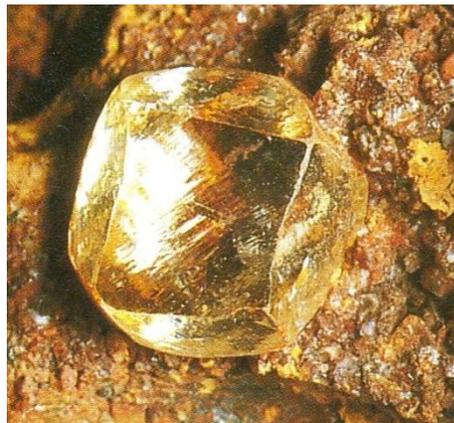
Brillo o lustre		Ejemplos / Descripción
Metálico		pirita, magnetita, hematita, grafito
semimetálico		uraninita (pechblenda, UO ₂), goethita
No metálico	Adamantino	brillante: diamante, rutilo, el brillo más intenso
	Resinoso	como la resina, p.ej. esfalerita. Brillo intenso
	Vítreo	cuarzo, olivino, nefelina, en las caras cristalinas, siderita
	Graso	grasoso: talco, nefelina de brillo gris grasoso.
	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

Brillo (o lustre)

metálico (pirita)



semimetálico (goetita)



adamantino (diamante)



resinosa (esfalerita)



vítreo (cuarzo)

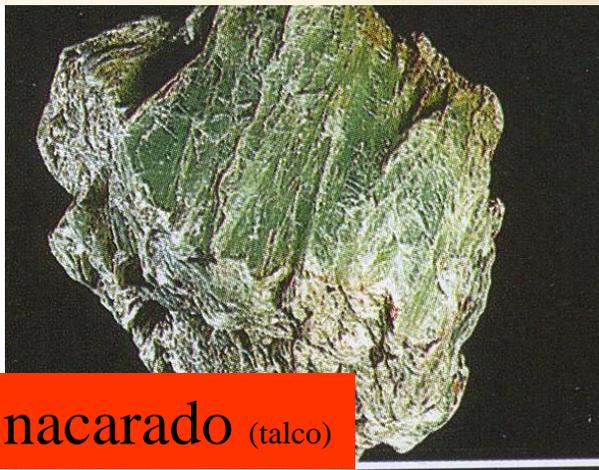
Brillo (o lustre)



graso (talco)



graso (serpentina)



nacarado (talco)



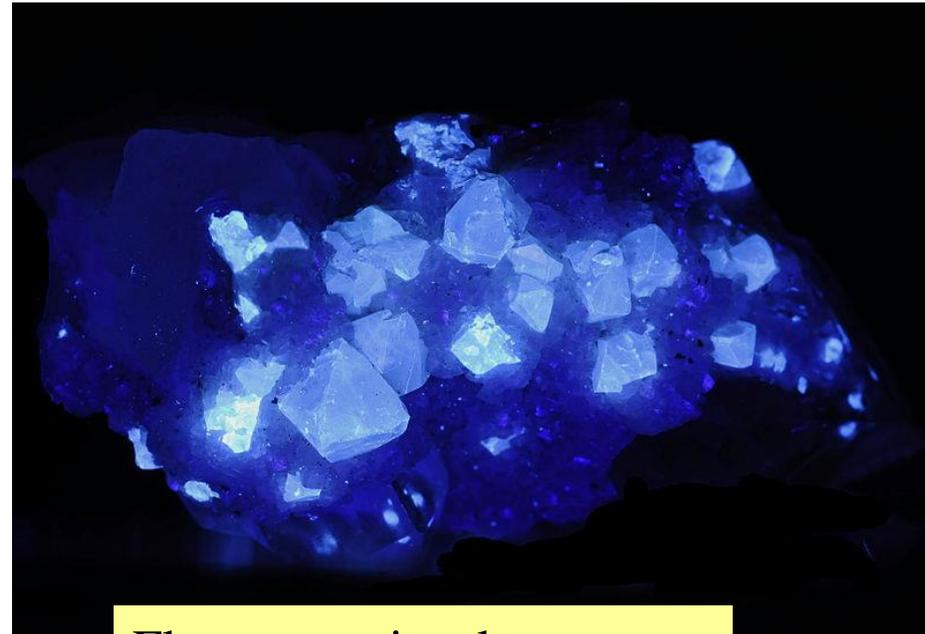
seríceo (amianto)

Luminiscencia - fluorescencia - fosforescencia

Luminiscencia: Capacidad de emitir luz de los minerales sin ser calentado. Su estructura molecular le permite absorber determinadas longitudes de onda, como por ejemplo luz ultravioleta.

Fluorescencia: tipo de luminiscencia en que el mineral emite luz sólo mientras es irradiado

Fosforescencia: el mineral emite luz durante y después de la irradiación.



Fluorescencia a los rayos UV: Scheelita (CaWO_4)

Huella (color de la raya)

Huella que dejan los minerales al ser rayados = color del mineral en polvo. Constituye una propiedad diagnóstica de identificación.



Peso específico

Peso específico: propiedad escalar que se puede medir en laboratorio, pero en el campo solo se puede medir de manera aproximada. Representa la densidad de un mineral.

$$p_{sp} < 2.6$$

liviano (grafito)

$$2.6 < p_{sp} < 2.8$$

medio (cuarzo, feldespatos, calcita)

$$2.8 < p_{sp} < 3.3$$

mediamente pesado (inosilicatos)

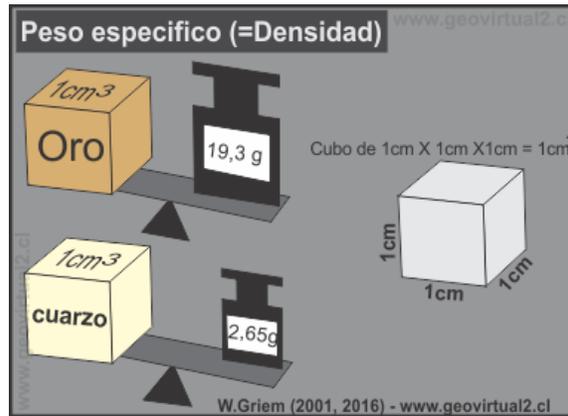
$$3.3 < p_{sp} < 5.5$$

pesado (pirita)

$$p_{sp} > 5.5$$

muy pesado (plata)

Peso específico



Frascos de mercurio (2 litros = 27 kilos)

Densidad de algunos minerales

Densidad en g/cm ³	Mineral
2,65	Cuarzo
2,5	Feldespato
2,6 - 2,8	Plagioclasa
4,47	Barita
4,9	Magnetita
5,0 - 5,2	Pirita
19,3	Oro

www.geovirtual2.c

Tenacidad

La **Tenacidad** es la resistencia que opone un mineral u otro material a ser roto, molido, doblado o desgarrado.

Frágil	el mineral se rompe o se pulveriza de manera fácil
Maleable	el mineral se reduce en láminas delgadas con un martillo
Séptil	el mineral se rompe en escamas con un cuchillo
Dúctil	el mineral se estira en forma de hilo
Flexible	el mineral, si es plegado, no regresa a la forma original
Elástico	el mineral, si es plegado, regresa a la forma original

Dureza

Dureza Es la resistencia que ofrece un mineral a ser rayado.

En la **escala de Mohs** se clasifica la dureza en una escala de 1 a 10. El mineral de dureza 1 es el más blando mientras el diamante con dureza 10 es el más duro. El cuarzo (dureza 7) raya a los minerales de menor dureza, como la calcita (dureza 3). El diamante raya a todos.

Escala de Mohs

DUREZA	MINERAL	MATERIAL QUE LO RAYA
1	TALCO	Uña.
2	YESO	Uña.
3	CALCITA	Una moneda o un cuchillo.
4	FLUORITA	Un clavo de acero.
5	APATITO	Trozo de vidrio.
6	ORTOSA	Cortaplumas.
7	CUARZO	Lima de acero.
8	TOPACIO	Tela esmeril de calidad.
9	CORINDON	Raya todos los anteriores
10	DIAMANTE	Raya todos los minerales

En el laboratorio la dureza se mide en un intervalo. Por ejemplo: El mineral X tiene dureza de 3.5-5

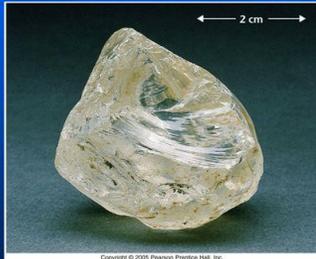
Fractura y exfoliación

La fractura siempre ocurre según planos casuales, o sea, no cristalográficos, generalmente curvilíneos.

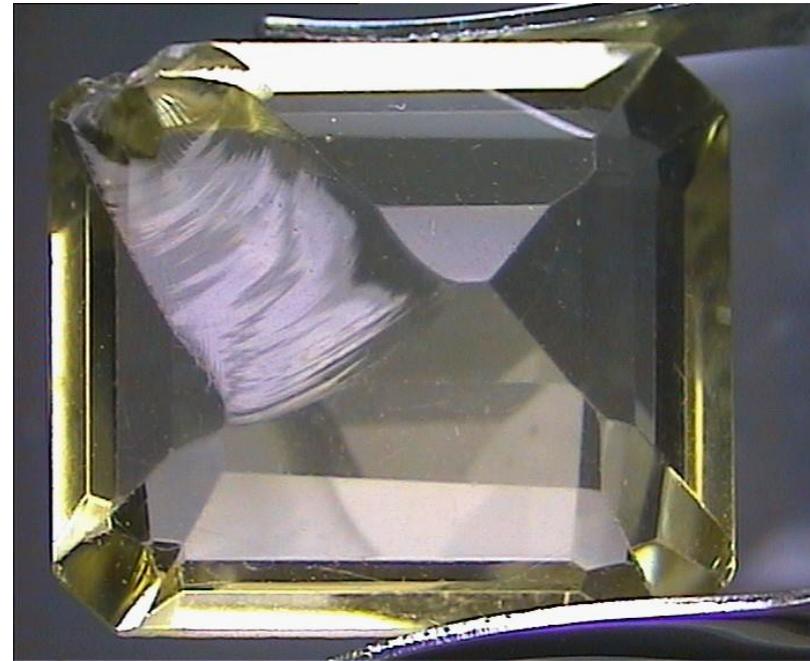
La exfoliación ocurre según planos cristalográficos (o sea, paralelos a caras posibles del poliedro) caracterizados por bajas fuerzas de enlace.

Fractura

Fractura



- Minerales que no tiene clivaje (por que su estructura cristalina es fuerte) se parten a lo largo de fracturas; por lo general de forma concoide.



fractura concoidal o concoidea

Fractura



Fibrosa o Astillosa cuando un mineral se rompe con entrantes y salientes puntiagudos, como una astilla.



Ganchuda el mineral rompe según una superficie dentada, con filos puntiagudos como la plata.

Exfoliación

CLIVAJE O EXFOLIACIÓN:

Un **mineral** está compuesto por átomos químicamente unidos en una disposición ordenada formando una estructura cristalina concreta. **Clivaje** (exfoliación): Es la tendencia de un **mineral** a romperse a lo largo de una superficie plana. El término es usado para describir el arreglo geométrico producido por su rompimiento.

Clivaje no es lo mismo que forma. La forma es el arreglo geométrico en caras planas por crecimiento, mientras que el clivaje es el arreglo geométrico en caras planas por rotura del cristal.

Exfoliación (clasificación)

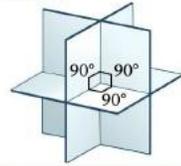
- ✓ Perfecta
- ✓ Buena
- ✓ Mala

- ✓ En una dirección (micas)
- ✓ En dos direcciones (anfíboles y piroxenos)
- ✓ En tres o más direcciones (halita, calcita)

Exfoliación en tres direcciones

- **Ángulos rectos (90°):**

- Cúbica.



Galena

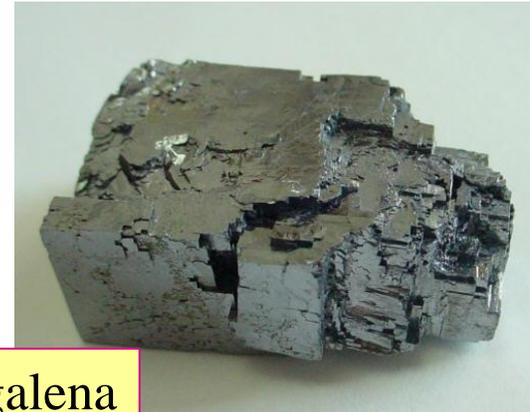
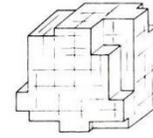
Fuente: Parker (2003), Physical Geology, Geosciences (211).

- **Ángulos no rectos ($\neq 90^\circ$):**

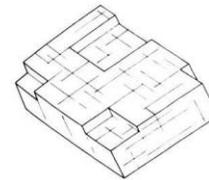
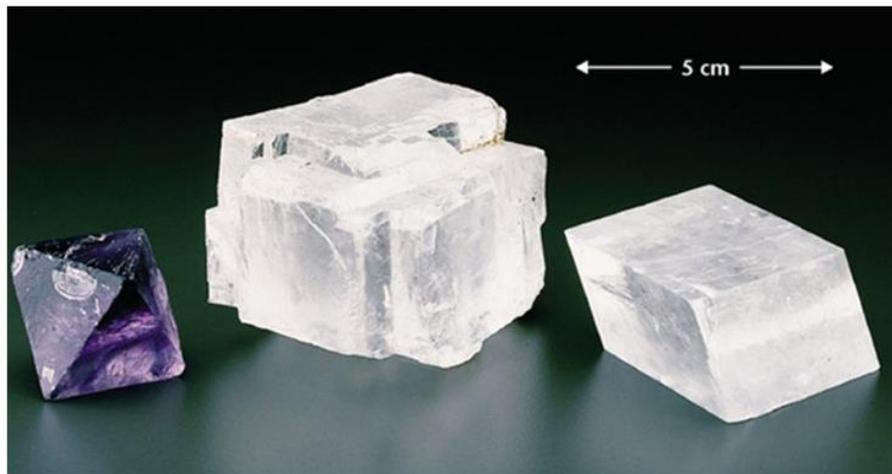
- Romboédrica.



Calcita



cúbica - galena



Romboedro de exfoliación

Exfoliación en dos direcciones

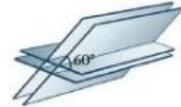
- **Ángulos rectos (90°):**
 - Prismática y pinacoidal.



20/01/2009 8:11 p.m.

Fuente: Parker (2003), Physical Geology, Geosciences (211).

- **Ángulos no rectos ($\neq 90^\circ$):**
 - Prismática y pinacoidal.



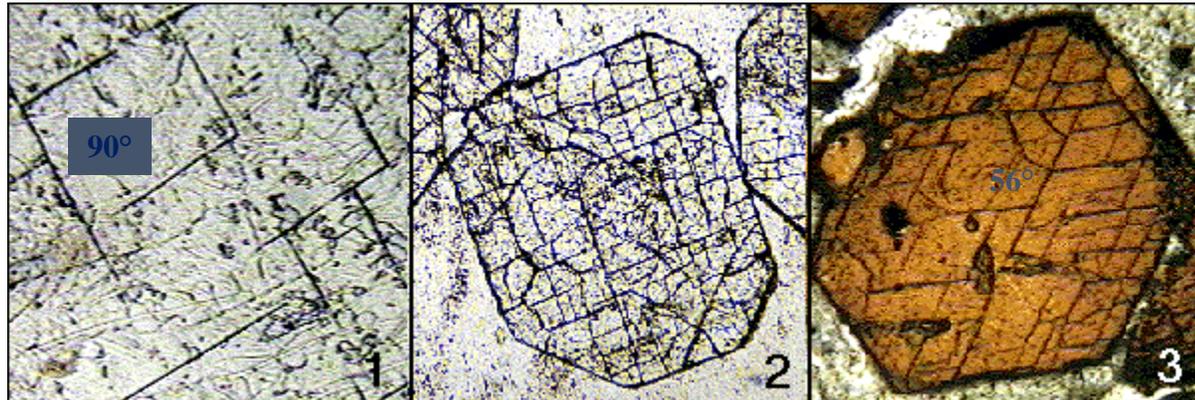
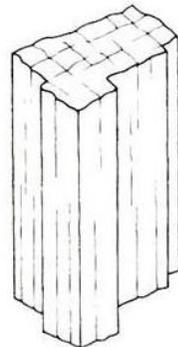
Los materiales que conforman la Tierra



prismática en anfíboles y piroxenos (inosilicatos)

Piroxenos

Anfíboles



Exfoliación en una dirección

- Pinacoidal (basal).



Muscovita (mica)

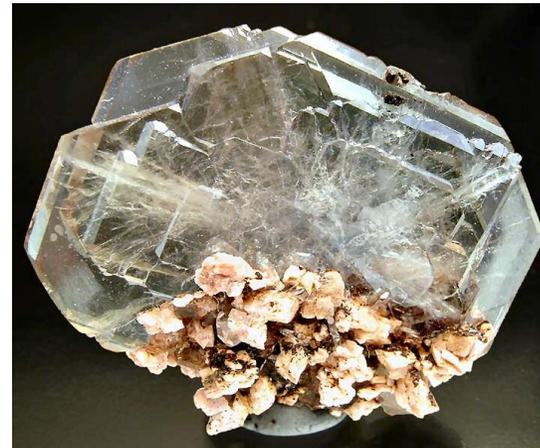
Fuente: Parker (2003), Physical Geology, Geosciences (211).



Clivaje perfecto en mica (1 dirección)

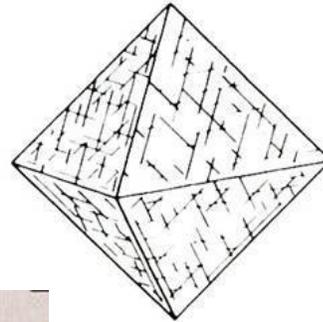


Tabular en micas y barita



Exfoliación

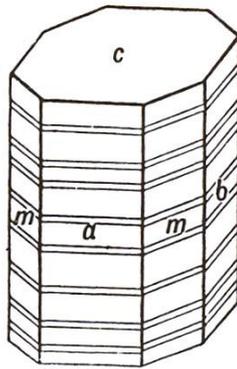
octaédrica - fluorita



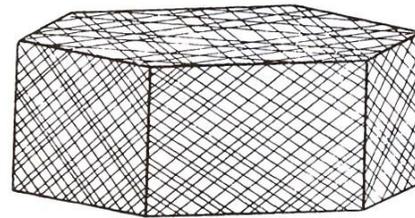
Trazas de exfoliación

Partición

El mineral se rompe según planos de debilidad estructural determinada por presiones elevadas, maclas o exsoluciones



(a)



(b)

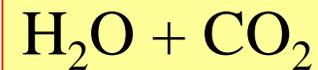
a) Pseudoexfoliación basal (parting) en un piroxeno;
b) parting romboédrico en corindón



Reactividad con ácido clorhídrico diluido al 10%



anhídrido carbónico
(efervescencia en calcita)



ácido sulfídrico
(olor de huevos podridos-pirita)



Esta prueba se utiliza para identificar los minerales del grupo de los Carbonatos

Radioactividad

Reacción de decaimiento de isótopos radioactivos

U - Th ecc. (uraninita, thorianita, ecc.)



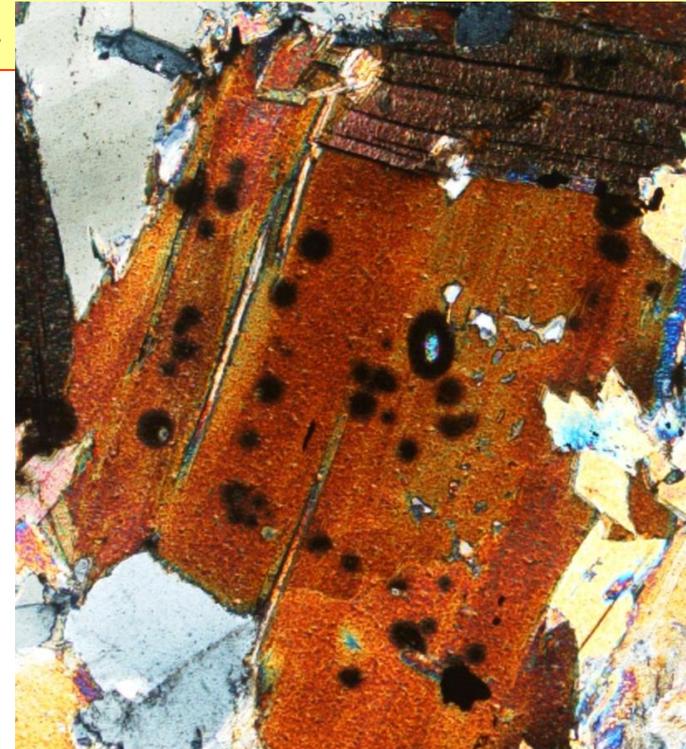
Uraninita UO_2

Radioactividad

Muchos minerales que contienen elementos traza radiactivos son accesorios que aparecen como inclusiones dentro de otros minerales (ejemplo: zircón en biotita).

La radiación emitida por el mineral accesorio daña la estructura cristalina del mineral portador, alterando sus propiedades ópticas.

Se forman **halos metamícticos** en el mineral portador alrededor del mineral accesorio.



Magnetismo

3.6.-PROPIDADES MAGNÉTICAS:

El magnetismo es una propiedad de algunos minerales de Hierro que atraen cualquier superficie imantada.

Ejemplo: Magnetita



Magnetismo

El magnetismo es la propiedad que poseen determinados minerales para atraer el hierro y sus derivados. En general, los minerales que contienen hierro, níquel o cobalto, son atraídos por el imán.

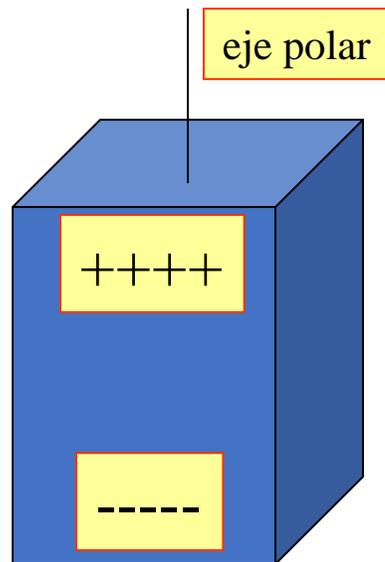


Pirrotina



Piezoelectricidad y piroelectricidad

Minerales sin centro de simetría cortados perpendicularmente a un eje polar (eje binario en el cuarzo, eje ternario en la turmalina)



Se acumulan cargas positivas y negativas en las partes extremas de un eje polar por efecto de sollicitaciones mecánicas (piezoelectricidad) o térmicas (piroelectricidad)

Propiedades eléctricas

3.5.-PROPIEDADES ELÉCTRICAS:

Los minerales tienen diferente capacidad para conducir la corriente eléctrica

La condición de electricidad es relativa al tipo de enlace de los cristales:

- Minerales con enlace puramente metálico son buenos conductores de electricidad. Por ejemplo metales nativos.
- Los de enlace parcialmente metálicos, son semiconductores. Por ejemplo: algunos minerales sulfurados.
- Minerales iónicos o de enlace covalente son generalmente malos conductores.



Oro nativo

Propiedades eléctricas y magnéticas

Eléctricas

Existe gran cantidad de minerales que poseen propiedades de conducción de la electricidad, como el oro (conductores), otros muchos que se oponen a la corriente eléctrica en mayor o menor medida, como la mica (aislantes), y unos pocos de un tipo intermedio que, según el punto de vista, conducen la electricidad medianamente o son poco aislantes, como el germanio o el silicio (semiconductores).



Figura Nº 14. *Minerales con alto contenido en germanio, como la germanita, ha permitido desarrollar semiconductores.*

Identificación de un mineral por sus propiedades físicas (se buscan en tablas pre-establecidas)

Ninguna propiedad por sí sola es suficiente para identificar un mineral.

Cuando un espécimen desconocido cumple todas las propiedades de un mineral específico, ese espécimen consiste en ese mineral.



cianita	
Nombres y sinónimos	
Sistema de cristalización	Triclínico
Habito	
Color	Azul . También verde , blanco , gris y negro
Color de raya	blanca
Dureza	4.5 – 5 paralelo 6,5 – 7 perpendicular
Tenacidad	
Fractura	Frágil
Diagnostico	La cianita es alargada , sus cristales columnares , su color es azul
Yacimiento	

Maclas

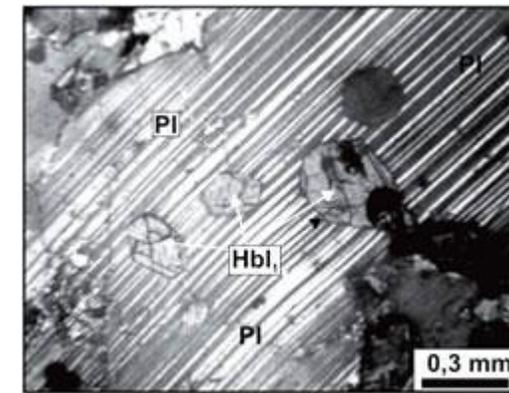
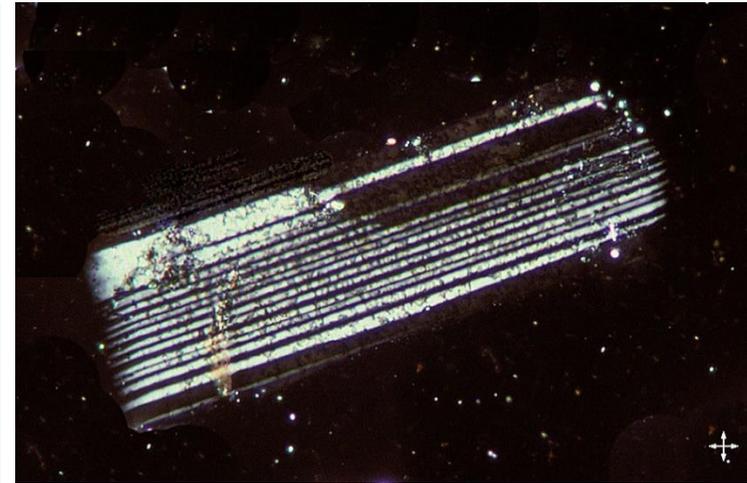
Crecimiento simétrico en un único espécimen de dos o más cristales de la misma fase mineralógica en continuidad cristalográfica pero con distinta orientación cristalográfica.



Individuos simétricos que crecen juntos:

- por reflexión (plano de maclas)
- por rotación (eje de maclas)
- por inversión (centro de maclas)

Ley de maclas: son los elementos de simetría de las maclas (eje de macla, plano de macla, centro de macla)

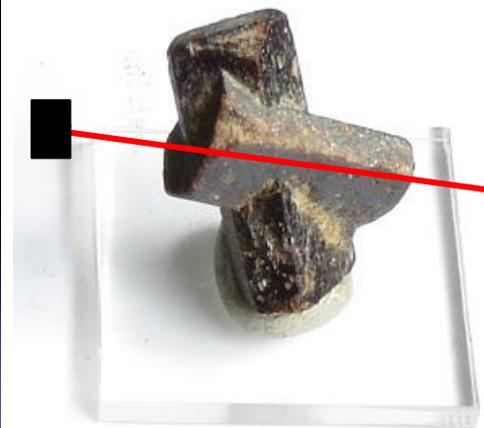


Las plagioclasas se identifican muy bien en el microscopio petrográfico por las maclas polisintéticas.

Veamos algunos ejemplos naturales de maclas

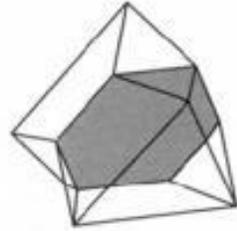


Ley de Karlsbad en sanidina: eje [001]

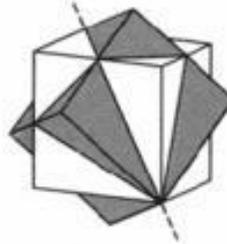


Resumen de maclas

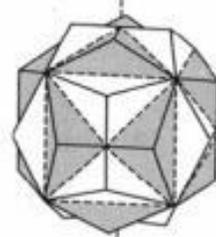
MACLAS DE CONTACTO Y DE PENETRACIÓN



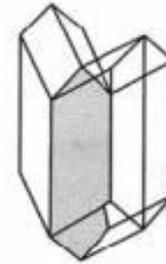
Espinela



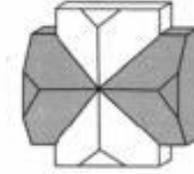
Fluorita



Pirita
(cruz de hierro)



Yeso



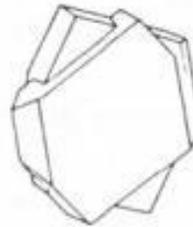
Estaurolita



Estaurolita



Ortosa
(ley de Carlsbad)



Ortosa
(ley de Carlsbad)

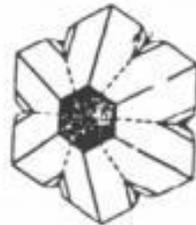


Cuarzo
(ley de Delfinado)

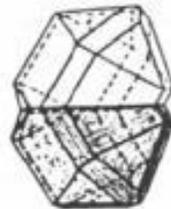


Cuarzo
(ley de Japón)

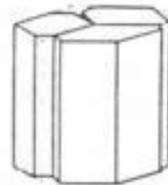
MACLAS MÚLTIPLES



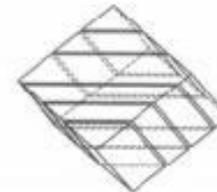
Crisoberilo
(cíclica)



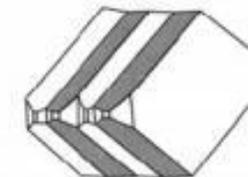
Rutilo



Aragonito
(cíclica)



Calcita



Albita

Buscamos la simetría real

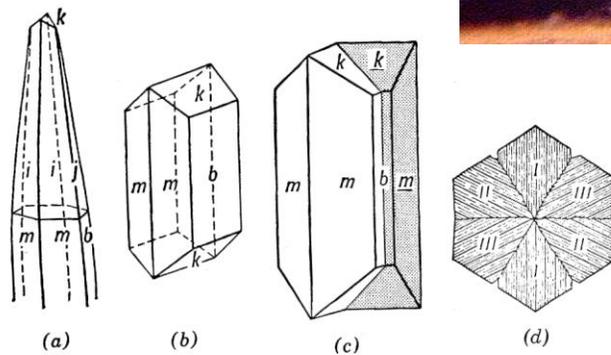
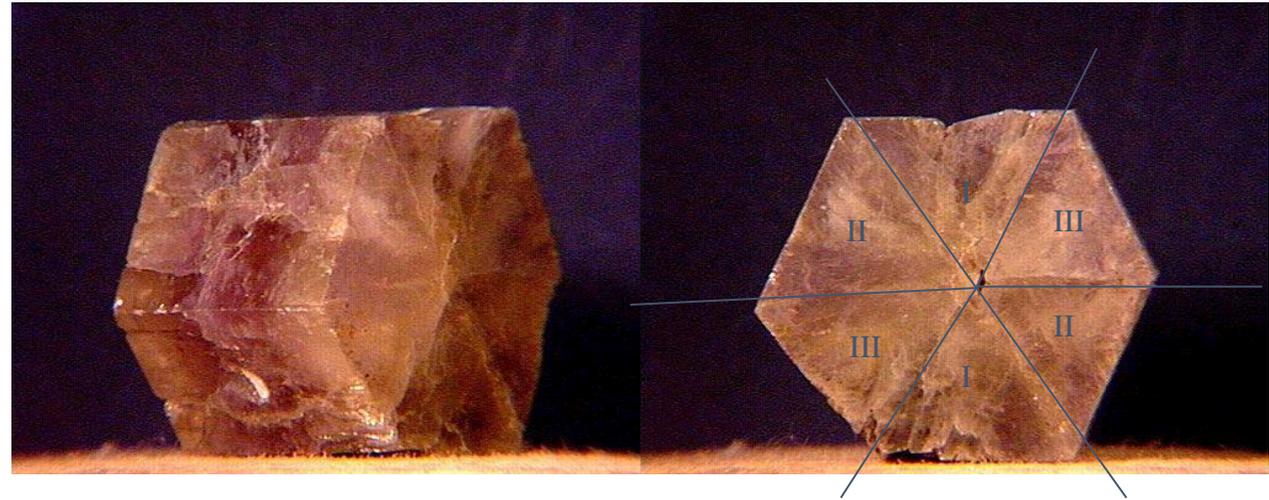


Figura 10.19 (a) e (b) Cristalli di aragonite. (c) e (d) Geminati di aragonite su {110} con geminazione ciclica che produce un contorno pseudoesagonale (d).

Aragonite CaCO_3
(es rómbica pero parece
hexagonal por maclas cíclicas)

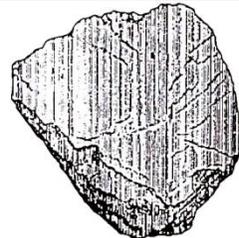
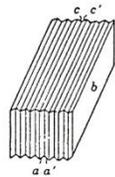
Estrías

Las estrías son rayas o alineaciones que aparecen en las caras de los cristales, haciendo que no sean lisas.

Estrías

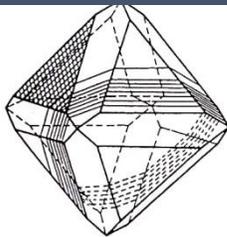
Las estrías son rayas o alineaciones que aparecen en las caras de los cristales, haciendo que no sean lisas.

Maclas polisintéticas en albita



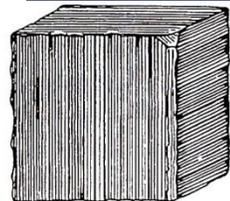
(b)

Estrías por maclas en magnetita

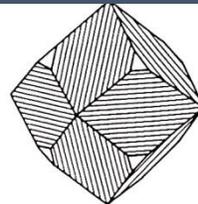


(c)

Estrías por crecimiento según dos formas simples

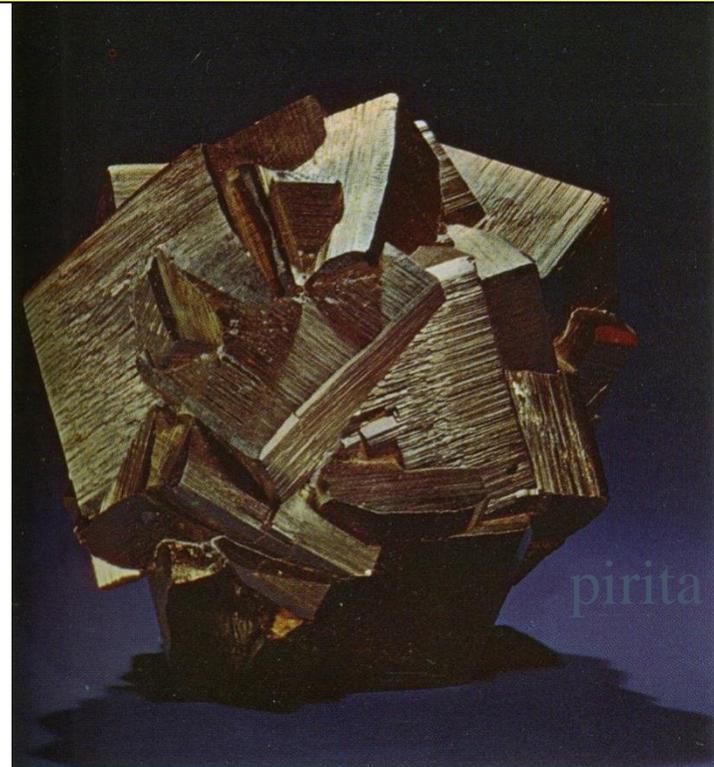


(d)



(e)

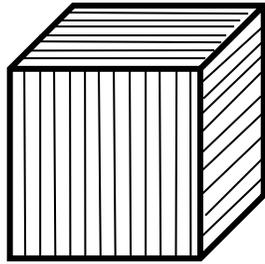
Pirite (cubo + pentagonododecaedro) Magnetite (rombododecaedro + octaedro)



pirita

Estrías en los minerales

pirita



turmalina

