

La corteza terrestre y los océanos son la fuente de una amplia variedad de minerales útiles y esenciales (Figura 3.1). De hecho, prácticamente todos los productos fabricados contienen materiales obtenidos de los minerales. La mayoría de la gente está familiarizada con los usos comunes de muchos metales básicos, entre ellos el aluminio de las latas de bebida, el cobre de los cables eléctricos y el oro y la plata en joyería. Pero algunos no saben que la mina de un lapicero contiene el mineral de tacto grasoso denominado grafito y que los polvos de talco que se utilizan con los bebés proceden de una roca metamórfica compuesta del mineral talco. Además, muchos no saben que las brocas utilizadas por los dentistas para taladrar el esmalte de los dientes están impregnadas de diamante, o que el mineral común cuarzo es la fuente de silicio para los chips de computador. Conforme crecen las necesidades de minerales de la sociedad moderna, lo hace también la necesidad para localizar más zonas de abastecimiento de minerales útiles, lo que se vuelve también más estimulante.

Además de los usos económicos de las rocas y los minerales, todos los procesos estudiados por los geólogos son

minerales son los componentes básicos de las rocas. Los geólogos definen los **minerales** como cualquier sólido inorgánico natural que posea una estructura interna ordenada y una composición química definida. Por tanto, para que se considere mineral cualquier material terrestre, debe presentar las siguientes características:

1. Debe aparecer de forma natural.
2. Debe ser inorgánico.
3. Debe ser un sólido.
4. Debe poseer una estructura interna ordenada, es decir, sus átomos deben estar dispuestos según un modelo definido.
5. Debe tener una composición química definida, que puede variar dentro de unos límites.

Cuando los geólogos utilizan el término *mineral*, sólo consideran minerales las sustancias que satisfacen estos criterios. Por consiguiente, los diamantes sintéticos, y una gran variedad de otros materiales útiles producidos por los químicos, no se consideran minerales. Además, la piedra preciosa *ópalo* se clasifica como un *mineraloide*, an-

• Un *mineral* es un sólido inorgánico de origen natural que posee una estructura química definida que le proporciona un conjunto único de propiedades físicas. La mayoría de las *rocas* son agregados compuestos por dos o más minerales.

Responde :

1 – Define Mineralogía

2- a-¿Qué es un mineral? Menciona ejemplos

b- ¿Qué características debe presentar para que sea considerado un mineral?

c- Menciona algunos ejemplos de sus utilidades u aplicaciones.

c-¿Qué es una roca?

en cierta manera dependientes de las propiedades de esos materiales básicos de la Tierra. Acontecimientos como las erupciones volcánicas, la formación de montañas, la meteorización y la erosión, e incluso los terremotos, implican rocas y minerales. Por consiguiente, es esencial un conocimiento básico de los materiales terrestres para comprender todos los fenómenos geológicos.

Minerales: componentes básicos de las rocas



Materia y minerales ▼ Introducción

Vamos a empezar nuestra discusión de los materiales terrestres con una visión panorámica de la **mineralogía** (*mineral* = mineral; *ología* = el estudio de), ya que los

tes que como un mineral, porque carece de una estructura interna ordenada.

Las rocas, por otro lado, se definen de una manera menos precisa. Una **roca** es cualquier masa sólida de materia mineral, o parecida a mineral, que se presenta de forma natural como parte de nuestro planeta. Unas pocas rocas están compuestas casi por completo de un solo mineral. Un ejemplo común es la roca sedimentaria *caliza*, que está compuesta de masas impurificadas del mineral calcita. Sin embargo, la mayoría de las rocas, como el granito común (mostrado en la Figura 3.2), aparece como agregados de varias clases de minerales. Aquí, el término *agregado* significa que los minerales están unidos de tal forma que se conservan las propiedades de cada uno. Obsérvese que pueden identificarse con facilidad los constituyentes minerales de la muestra de granito mostrada en la Figura 3.2.

Unas pocas rocas están compuestas de materia no mineral. Entre ellas las rocas volcánicas *obsidiana* y *pumita*, que son sustancias vítreas no cristalinas, y el *carbón*, que consiste en restos orgánicos sólidos.

Aunque en este capítulo se aborda fundamentalmente la naturaleza de los minerales, se tiene en cuenta

que la mayor parte de las rocas son simplemente agregados de minerales. Dado que las propiedades de las rocas vienen determinadas en gran medida por la composición química y la estructura interna de los minerales contenidos en ellas, consideraremos primero esos materiales terrestres. En los capítulos posteriores se considerarán los principales tipos de rocas.

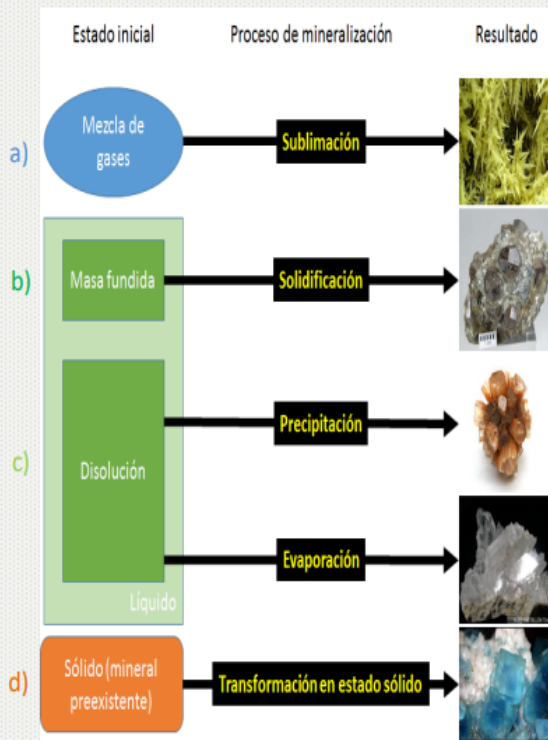
Los **minerales** son sustancias sólidas, inorgánicas, de origen natural, con una composición química definida y, generalmente, con una estructura cristalina.

Para entender mejor la definición de mineral, podemos analizar su descripción:

- Los minerales son **sustancias sólidas**, es decir, no pueden ser líquidos ni gaseosos a temperatura ambiente. Por eso el mercurio, por ejemplo, no se considera un mineral.
- Son **inorgánicos**, es decir, no los han producido los seres vivos, a diferencia de las perlas, los caparazones o el ámbar.
- Son de **origen natural**, lo que significa que no han sido fabricados por el ser humano, como el vidrio o el plástico.
- Tienen una **composición química definida**, están formados por elementos químicos que se combinan siempre en la misma proporción para constituir el mismo mineral. La galena, por ejemplo, es un mineral formado por dos elementos químicos: azufre y plomo.
- Presentan **estructura cristalina**, lo que significa que sus partículas se ordenan formando una estructura geométrica que se repite constantemente. Por ejemplo, los átomos de la galena se ordenan siguiendo la estructura de un cubo.

Si esta ordenación de las partículas del mineral se distingue a simple vista, decimos que es un **crystal**. Para que un cristal se forme son necesarios tiempo y espacio suficientes. En un cristal se aprecian las aristas, las caras planas y los vértices de la forma poliédrica.

¿Cómo se forman los minerales?



- a) **Sublimación de vapores (S)**
- b) **Solidificación** (enfriamiento de magma) Cuarzo, olivino...
- c) **Evaporación y Precipitación:** a partir de una solución acuosa (yeso, calcita)
- d) **Transformaciones en estado sólido:** cambios en presión y temperatura (Albita-Andalucita)



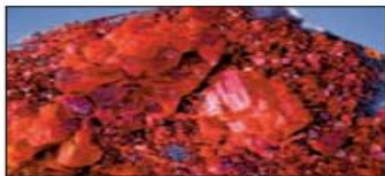
A.



B.



C.



D.



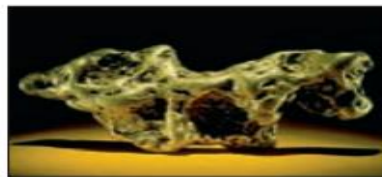
E.



F.



G.



H.



I.

▲ **Figura 3.1** Muestras de minerales. **A.** Cuarzo; **B.** Olivino (variedad fosterita); **C.** Fluorita; **D.** Rejalgar; **E.** Berilo (variedad aguamarina); **F.** Bornita y calcopirita; **G.** Cobre nativo; **H.** Pepita de oro; **I.** Diamante tallado. (Fotos A-F de Dennis Tasa; G de E. J. Tarbuck; H e I de Dan

Composición de los minerales

Cada uno de los casi 4.000 minerales de la Tierra está exclusivamente definido por su composición química y su estructura interna. En otras palabras, cada muestra del mismo mineral contiene los mismos elementos reunidos en un modelo regular y repetitivo.

En la actualidad se conocen 112 elementos. De ellos, sólo 92 aparecen de forma natural (Figura 3.3). Algunos minerales, como el oro o el azufre, están compuestos exclusivamente de un elemento. Pero la mayoría consta de una combinación de dos o más elementos, reunidos para formar un compuesto químicamente estable.

(Tabla periódica)

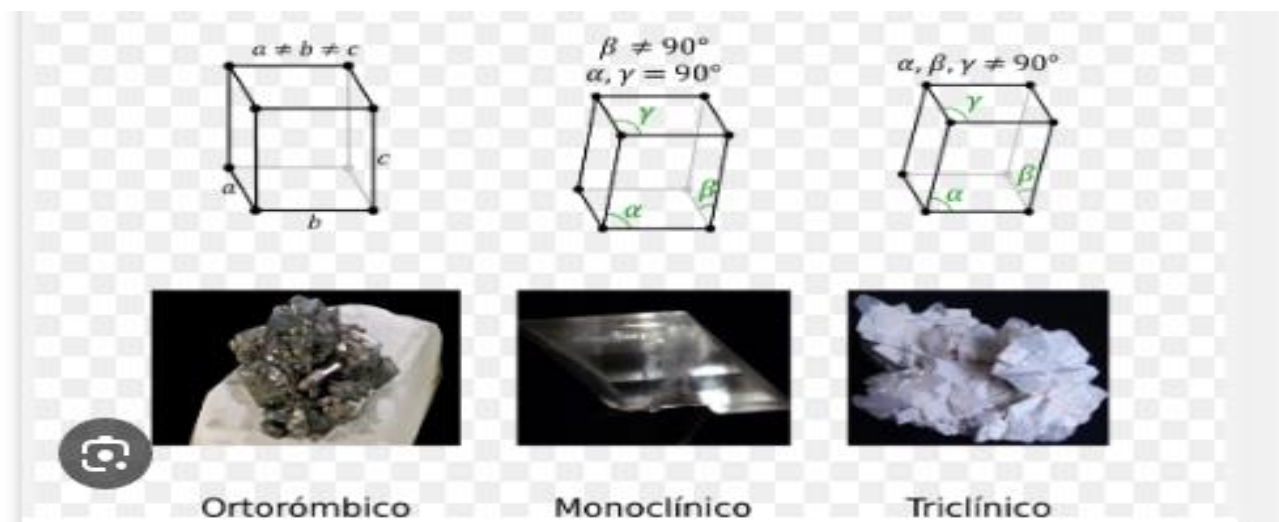
Estructura de los minerales

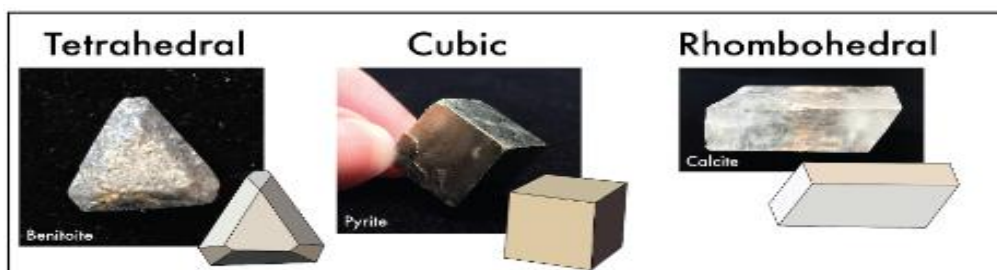
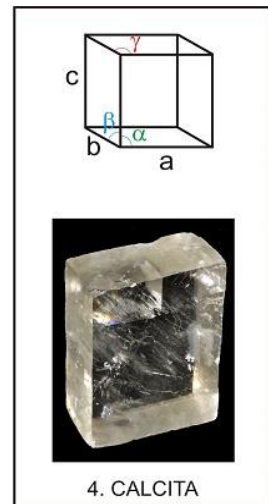
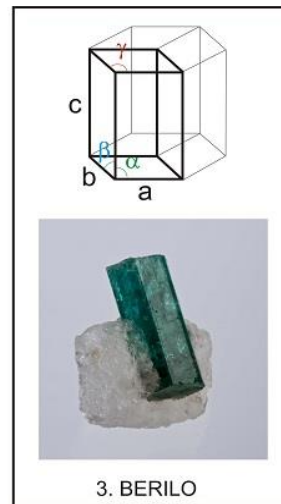
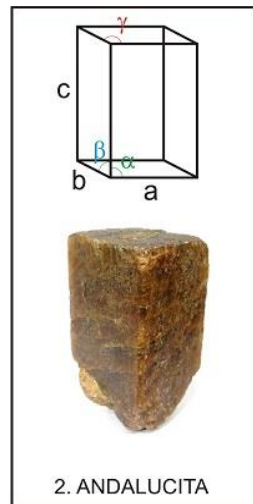
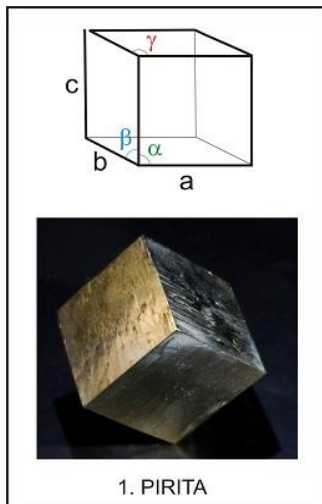
Un mineral está compuesto por una disposición ordenada de átomos químicamente unidos para formar una estructura cristalina concreta. Este empaquetamiento ordenado de los átomos se refleja en los objetos de formas regulares que denominamos cristales.

Aunque es verdad que cada muestra del mismo mineral tiene la misma estructura interna, algunos *elementos* son capaces de reunirse de más de una forma. Por tanto, dos minerales con propiedades totalmente diferentes pueden tener exactamente la misma composición química. Minerales de este tipo se dice que son **polimorfos** (*poli* = muchos; *morfo* = forma). El grafito y el diamante son ejemplos particularmente buenos de polimorfismo porque consisten exclusivamente en carbono y, sin embargo, tienen propiedades drásticamente diferentes. El grafito es un material gris y blando del cual se fabrica la mina de los lapiceros, mientras que el diamante es el mineral más duro conocido. Las diferencias entre esos minerales pueden atribuirse a las condiciones bajo las cuales se formaron. Los diamantes se forman a profundidades de alrededor de 200 kilómetros, donde las presiones extremas producen la estructura compacta que se muestra en la Figura 3.9A. El gra-

fito, por otro lado, consiste en láminas de átomos de carbono muy espaciados y débilmente unidos (Figura 3.9B). Dado que esas láminas de carbono se deslizan fácilmente una sobre otra, el grafito constituye un excelente lubricante.

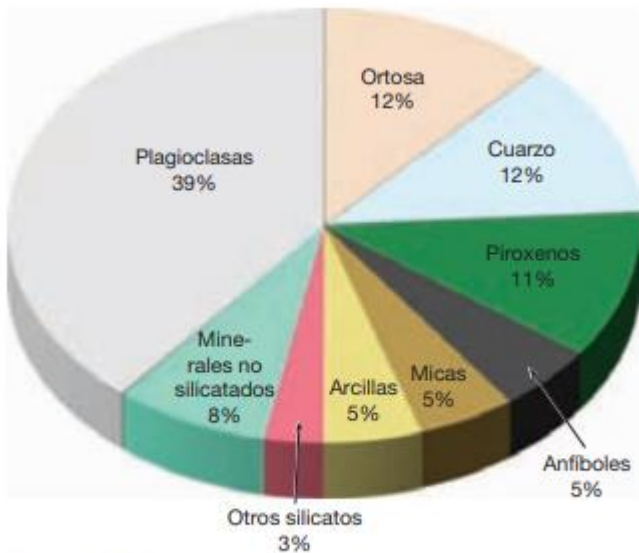
La estructura cristalina resulta de la disposición espacial geométrica ordenada de los átomos en la estructura interna de un mineral. Esta estructura cristalina se basa en una disposición atómica o iónica interna regular, que se expresa a menudo en la forma geométrica que el cristal toma.





- De los casi 4.000 minerales, sólo una escasa docena constituyen la mayor parte de las rocas de la corteza terrestre y, como tales, se clasifican como *minerales formadores de roca*. Ocho elementos (oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, sodio, potasio y magnesio) constituyen la mayor parte de estos minerales y representan más del 98 por ciento (en peso) de la corteza continental de la Tierra.
- El grupo mineral más común es el de los *silicatos*. Todos los silicatos tienen el *tetraedro silicio-oxígeno* cargado negativamente como componente básico fundamental. En algunos silicatos, los tetraedros se reúnen en cadenas (los grupos de piroxenos y anfibo-

- les); en otros, los tetraedros se disponen en láminas (las micas, biotita y moscovita) o en redes tridimensionales (el feldespato y el cuarzo). Los tetraedros y diversas estructuras silicatadas suelen enlazarse mediante los iones positivos de hierro, magnesio, potasio, sodio, aluminio y calcio. Cada silicato tiene una estructura y una composición química que indica las condiciones bajo las cuales se formó.
- Los grupos minerales *no silicatados*, que contienen varios minerales importantes desde el punto de vista económico, son los *óxidos* (por ejemplo, el mineral hematitas, aprovechado para obtener hierro), los *sulfuros* (por ejemplo, el mineral esferita, para cinc), los *sulfatos*, los *haluros* y los *elementos nativos* formadores de roca no silicatados más comunes son los *carbonatos*, calcita y dolomita. Otros dos minerales no silicatados que se encuentran con frecuencia en las rocas sedimentarias son la halita y el yeso.



▲ **Figura 3.21** Porcentajes estimados (por volumen) de los minerales más comunes en la corteza terrestre.

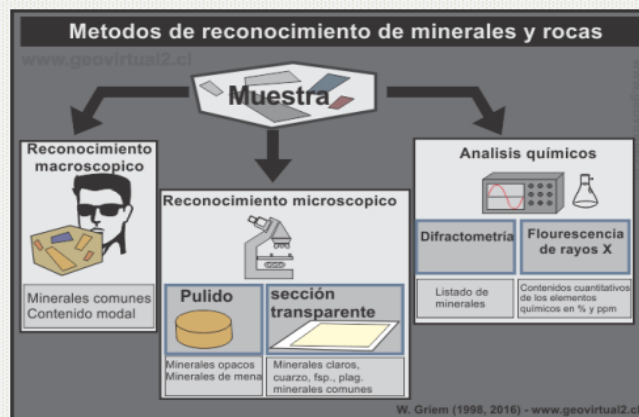
• Las propiedades de los minerales son: *forma cristalina, brillo, color, raya, dureza, exfoliación, fractura y peso específico*. Además, un número de propiedades químicas y físicas especiales (*sabor, olor, elasticidad, maleabilidad,*

tacto, magnetismo, birrefracción y reacción química con ácido clorhídrico) son útiles para identificar ciertos minerales. Cada mineral tiene un conjunto específico de propiedades que pueden utilizarse para su identificación.

Propiedades físicas:

Composición química y estructura cristalina

1. Estructura Cristalina
2. Peso específico
3. Dureza
4. Brillo
5. Color
6. Color de la raya
7. Fractura
8. Hábito
9. Tenacidad
10. Luminiscencia
11. Magnetismo
12. Propiedades eléctricas
13. Propiedades químicas



Fuente: Museo Virtual Geología (<http://www.geovirtual2.cl>)

9

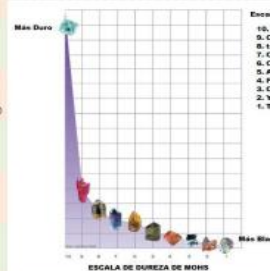
3. Dureza:

- Resistencia de un mineral a ser rayado
- Depende del tipo de enlace en átomos
- Se frota con un material de dureza conocida
- mineral raya número inferior y lo rayan los de número superior.

Muy blandos	Blandos	Duros	Muy duros
Si se raya con la uña, su dureza es 1 ó 2.	Si no se raya con la uña pero sí lo hace con un vidrio, su dureza está entre 2,5 y 5,5.	Si no se raya con el vidrio pero sí lo hace con papel de lija, su dureza es 6 ó 7.	Si no se raya con ninguno de los elementos anteriores, su dureza está entre 8 y 10.

Escala de Mohs:

- 1 **Talco**
Se raya fácilmente con la uña
- 2 **Yeso**
Se raya con la uña con dificultad
- 3 **Calcita**
Se raya con una moneda de cobre
- 4 **Fluorita**
Se raya con un cuchillo
- 5 **Apatito**
Se raya difícilmente con un cuchillo
- 6 **Ortoclasa**
Se raya con una lija de acero
- 7 **Cuarzo**
Raya el vidrio
- 8 **Topacio**
Raya a todos los anteriores
- 9 **Corindón**
Zafiro y rubí son tipos de corindón
- 10 **Diamante**
Es el mineral natural más duro



4. Brillo:

- Aspecto de la superficie cuando refleja la luz



Metálico
(Pirita)



Vítreo
(Cuarzo)



Mate
(Hematita)



Graso
(Halita)



Nacarado
(Moscovita)



Resinoso
(Blenda)

8. Hábito:

Forma cristalina: expresión externa de un mineral, refleja la disposición interna ordenada.

Se desarrollan cristales con caras cristalinas bien formadas, sin interferencia.

- columnar
- foliado
- radial
- acicular
- prismático



- globular

- **Raya.** Es el color del polvo del mineral cuando es rayado. El color de la raya no tiene por qué coincidir con el del mineral, pero siempre es el mismo para ese mineral. Por ejemplo, sea cual sea el color del cuarzo, su raya siempre es blanca.



Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de los minerales están relacionadas con su comportamiento frente a la aplicación de fuerzas en su superficie.

Escala de Mohs		
Dureza	Mineral	Característica
1	Talco	Se dice que son muy blandos, porque pueden ser rayados con la uña.
2	Yeso	
3	Calcita	Son minerales blandos. Se pueden rayar con la punta de un cuchillo.
4	Fluorita	
5	Apatito	
6	Ortosa	Son minerales duros. La ortosa puede ser rayada con una lija, y el cuarzo raya el vidrio.
7	Cuarzo	
8	Topacio	Son muy duros. No pueden ser rayados por casi ningún mineral.
9	Corindón	
10	Diamante	

- **Dureza.** Es la resistencia que opone un mineral a ser rayado. Para comprobar si un mineral es más duro que otro, basta con rayar uno de ellos con el otro. El que resulta rayado es más blando que aquel que lo raya. También se pueden utilizar ciertos minerales cuya dureza está cuantificada según la **escala de Mohs**. Esta escala va desde el 1 hasta el 10. El valor 1 señala el mineral más blando, el talco, que puede ser rayado por todos los demás. En el otro extremo, con un valor de 10, está el diamante, que puede rayar todos los minerales y no puede ser rayado más que por él mismo.
- **Exfoliación.** No todos los minerales se rompen de la misma manera. Muchos se dividen dejando a la vista superficies planas, que mantienen la forma del cristal. Esta propiedad se denomina exfoliación. La galena, por ejemplo, forma cubos, y el yeso, láminas.
- **Tenacidad.** Es la resistencia que opone un mineral a romperse. Un mineral **frágil** es aquel que se rompe con facilidad, por ejemplo, el talco. A algunos minerales se les puede dar forma de hilo, como ocurre con los hilos de cobre que conducen la electricidad, y se dice que tienen una tenacidad **dúctil**.

Propiedades magnéticas

La magnetita es un mineral que, de forma natural, se comporta como un imán y atrae objetos que contienen hierro o níquel.

Otras propiedades:

10. Luminiscencia: propiedad de emitir luz, aparece cuando se somete a un mineral a luz UV. Si la luz continua luego que cesa la excitación es fosforescencia.

11. Magnetismo: capacidad de ser atraído por un imán (Magnetita).

12. Eléctricas: carga eléctrica al ser calentados o sometidos a presión.

13. Químicas: depende de la composición del mineral, capacidad de disolver...

Grupos de los minerales (Strunz, 9ª edición; IMA, 2009)		
Grupo	formula	ejemplos
I. Elementos nativos	[Elemento]	Oro (Au) Cobre (Cu)
II. Sulfuros	S	Pirita FeS₂ Bornita Cu₅FeS₄
III. Haluros	-Cl	Halita NaCl Atacamita Cu₂(OH)₃Cl
IV. Óxidos y hidróxidos	O ₂ , OH	Cuarzo SiO₂ Magnetita Fe₃O₄
V. Carbonatos Nitratos	- CO ₃	Calcita CaCO₃ Azurita Cu₃((OH)/CO₃)₂ Nitratina - caliche (NaNO₃)
VI. Boratos	NO _x B _x	Ulexita Bórax
VII. Sulfatos	-SO ₄	Yeso (CaSO₄ x H₂O) Baritina (BaSO₄)
VIII. Fosfatos	PO ₄	Apatita Ca₅((F, Cl, OH)/PO₄)₃ Fosfoserita (FePO₄ X 2H₂O)
IX. Silicatos	Si _x O _y	
S I L I C A T O S	Nesosilicatos	Olivino Granate Cianita
	Sorosilicatos	Epidota
	Cidosilicatos	Turmalina
	Inosilicatos	Anfibol: Antofilita Piroxenos
	Filosilicatos	Biotita, Muscovita Crisocola
	Tectosilicatos	Feldespato de sodio ; Albita , Plagioclasa Sodalita Na₈(Cl, OH)₂Al₆Si₆O₂₄ Zeolitas
	X. Compuestos orgánicos	

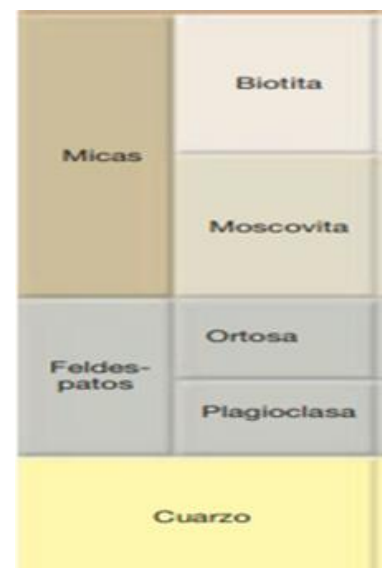


Tabla 3.2 Grupos de minerales comunes no silicatados

Grupos de minerales (aniones o elementos clave)	Miembro	Fórmula	Interés económico
Carbonatos (CO_3^{2-})	Calcita	CaCO_3	Cemento portland, cal
	Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Cemento portland, cal
Haluros (Cl^- , F^- , Br^-)	Halita	NaCl	Sal común
	Fluorita	CaF_2	Utilizado en la fabricación de acero
Óxidos (O^{2-})	Silvina	KCl	Fertilizante
	Hematites	Fe_2O_3	Mena de hierro, pigmento
	Magnetita	Fe_3O_4	Mena de hierro
	Corindón	Al_2O_3	Piedra preciosa, abrasivo
	Hielo	H_2O	Forma sólida del agua
Sulfuros (S^{2-})	Galena	PbS	Mena de plomo
	Esfalerita	ZnS	Mena de cinc
	Pirita	FeS_2	Producción de ácido sulfúrico
	Calcopirita	CuFeS_2	Mena de cobre
	Cinabrio	HgS	Mena de mercurio
Sulfatos (SO_4^{2-})	Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Argamasa
	Anhidrita	CaSO_4	Argamasa
	Baritina	BaSO_4	Lodo de perforación
Elementos nativos (elementos simples)	Oro	Au	Comercio, joyería
	Cobre	Cu	Conductor eléctrico
	Diamante	C	Piedra preciosa, abrasivo
	Azufre	S	Fármacos de azufre, productos químicos
	Grafito	C	Mina de lápiz, lubricante seco
	Plata	Ag	Joyería, fotografía
	Platino	Pt	Catalizador