

LOS SILICATOS

Los **silicatos** son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno. Estos elementos pueden estar acompañados de otros entre los que destacan aluminio, hierro, magnesio o calcio.

Químicamente son sales del ácido silícico. Los silicatos, así como los aluminosilicatos, son la base de numerosos minerales que tienen al tetraedro de silicio-oxígeno (un átomo de silicio coordinado tetraédricamente a átomos de oxígeno) como su estructura básica: feldespatos, micas, arcillas.

Los silicatos forman materiales basados en la repetición de la unidad tetraédrica SiO_4^{4-} . La unidad SiO_4^{4-} tiene cargas negativas que generalmente son compensadas por la presencia de iones de metales alcalinos o alcalinotérreos, así como de otros metales como el aluminio.

Los silicatos forman parte de la mayoría de las rocas, arenas y arcillas. También se puede obtener vidrio a partir de muchos silicatos. Los átomos de oxígeno pueden compartirse entre dos de estas unidades SiO_4^{4-} , es decir, se comparte uno de los vértices del tetraedro. Por ejemplo, el disilicato tiene como fórmula $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{6-}$ y, en general, los silicatos tienen como fórmula $[(\text{SiO}_3)^{2-}]_n$.

En el caso de que todos los átomos de oxígeno estén compartidos, y por tanto la carga está neutralizada, se tiene una red tridimensional denominada sílice o dióxido de silicio, SiO_2 .

En los aluminosilicatos un átomo de silicio es sustituido por uno de aluminio.

Las propiedades de los silicatos dependen más de la estructura cristalina en que se disponen sus átomos que de los elementos químicos que constituyen su fórmula. Más concretamente, dependen de la forma en que se dispone y enlaza con los iones la unidad fundamental de los silicatos, el tetraedro de $(\text{SiO}_4)^{4-}$.

La diferencia entre los distintos grupos es la forma en que estos tetraedros se unen. Se distinguen así las siguientes subclases:

- **Nesosilicatos:** Con tetraedros sueltos, de forma que cada valencia libre del tetraedro queda saturada por un catión distinto del silicio. Sus fórmulas serán $(\text{SiO}_4)^{4-}$. Se agrupan en:
 - Zircón
 - Olivino
 - Granate
 - Aluminosilicatos: Andalucita, Jadarita, Sillimanita y Distena
- **Sorosilicatos:** Con dos tetraedros unidos por un vértice para formar un grupo $(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$. Se agrupan en:

- Epidota, melilita, torveitita, hemimorfita, lawsonita
- **Ciclosilicatos:** Con grupos de tres, cuatro o seis tetraedros, unidos en anillo. Se agrupan en:
 - Turmalina, variedades de la turmalina (chorlo, dravita, indigolita, lidicoíta, elbaíta, rubelita), berilo, variedades del berilo (esmeralda, morganita), cordierita, dioplasa.
- **Inosilicatos:** Con grupos de tetraedros unidos en largas cadenas de longitud indefinida. Los más comunes son los que presentan cadenas simples, los llamados piroxeno, mientras que los llamados anfíbol tienen cadenas dobles. Esta estructura dota a estos minerales de hábito fibroso. Se agrupan en:
 - Piroxeno, anfíbol, piroxenoide, anfiboloide
- **Filosilicatos:** Con tetraedros unidos por tres vértices a otros, formando una red plana que se extiende en un plano de dimensiones indefinidas. Esta estructura dota a estos silicatos de hábito foliado. Se agrupan en:
 - Clorita, micas, talco, pirofilita, serpentinas, caolinita
- **Tectosilicatos:** Con tetraedros unidos por sus cuatro vértices a otros tetraedros, produciendo una malla de extensión tridimensional, compleja. La sustitución de silicio por aluminio en algunos tetraedros permite que en la malla se coloquen cationes. Se agrupan en:
 - Cuarzo, tridimita, cristobalita, feldespatos, zeolita, escapolita.

Los **nesosilicatos**, llamados también **ortosilicatos**, son una división de minerales de la clase silicatos compuestos por átomos de silicio y oxígeno unidos por enlace covalente, con uniones iónicas con cationes muy diversos, produciendo los distintos minerales que componen esta familia. Algunos ejemplos de nesosilicatos son: granates (almandino, Piropo, grosularia, espersatina, andradita, uvarovita), olivino, topacio y circón.

Los nesosilicatos corresponden a la unión de un átomo de silicio con cuatro átomos de oxígeno, conformando un tetraedro aislado de fórmula $[\text{SiO}_4]^{4-}$, el cual puede tener enlaces iónicos con metales tales como sodio, calcio, hierro, aluminio, potasio, magnesio, etc.¹

Los **sorosilicatos** son una división de minerales de la clase silicatos compuestos por átomos de silicio y oxígeno unidos por enlace covalente, con uniones iónicas con cationes muy diversos, produciendo los distintos minerales que componen esta familia.

Algunos ejemplos de sorosilicato son: hemimorfita, epidota, zoisita o tanzanita.

Los sorosilicatos corresponden a la unión de un átomo de silicio con cuatro átomos de oxígeno, conformando un tetraedro, y uno de los oxígenos unido covalentemente a otro silicio con sus correspondientes tres oxígenos, en forma de dos tetraedros unidos por un vértice y con fórmula $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$, el cual puede tener enlaces iónicos con metales como por ejemplo sodio, calcio, hierro, aluminio, potasio, magnesio, etc.

Los **ciclosilicatos**, son una división de minerales de la clase silicatos compuestos por átomos de silicio y oxígeno unidos por enlace covalente, con uniones iónicas con cationes muy diversos, produciendo los distintos minerales que componen esta familia.

Algunos ejemplos de ciclosilicatos son: turmalina, cordierita, rubelita, benitoita, dioplasa, etc.

Los ciclosilicatos corresponden a la unión de tres o más tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ por sus vértices, formando un anillo cerrado, simple o doble, el cual puede tener enlaces iónicos con un metales como por ejemplo sodio, calcio, hierro, aluminio, potasio, magnesio, etc.¹

Los **inosilicatos** son una división de minerales de la clase silicatos compuestos por átomos de silicio y oxígeno unidos por enlace covalente, con uniones iónicas con cationes muy diversos, produciendo los distintos minerales que componen esta división.

Los inosilicatos corresponden a la unión de un átomo de silicio con cuatro átomos de oxígeno, conformando un tetraedro, con dos de sus vértices unidos covalentemente a los átomos de silicio de tetraedros vecinos, constituyendo así largas cadenas de tetraedros unidos por vértices, y que pueden ser cadenas simples o dobles. Las cadenas, que se suelen traducir en hábitos cristalinos fibrosos, están unidas entre ellas por enlaces iónicos con iones metálicos como por ejemplo sodio, calcio, hierro, aluminio, potasio, magnesio, etc.¹

Los **filosilicatos** son una subclase de los silicatos que incluye minerales comunes en ambientes muy diversos y que presentan, como rasgo común, un hábito hojoso (*phylon* = hoja) o escamoso derivado de la existencia de una exfoliación basal perfecta. Esto es consecuencia de la presencia en su estructura de capas de tetraedros de dimensionalidad infinita en dos direcciones del espacio.

La fórmula química de estos compuestos siempre tiene el anión $(\text{Si}_2\text{O}_5^{2-})_n$.

Se denominan **tectosilicatos**, **silicatos tridimensionales** o **silicatos de estructura en armazón** a los minerales del grupo de los silicatos que se caracterizan por su estructura basada en un entramado tridimensional de tetraedros (ZO_4) con los cuatro vértices ocupados por el ion O^{2-} compartidos, lo que implica relaciones Z:O=1:2.1 La Z es silicio (Si) (la fórmula resultante es SiO_2 , sílice), pero parte del Si^{4+} puede ser reemplazado por Al^{3+} (en raras ocasiones por Fe^{3+} , Ti^{3+} y B^{3+}).² Al suceder esto, las cargas negativas resultantes se compensan con la entrada de cationes grandes, como el K^+ , el Na^+ o el Ca^{2+} (con menos frecuencia Ba^{2+} , Sr^{2+} y Cs^+).² También pueden tener aniones complementarios F^- , Cl^- , S^{2-} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} .²

Los tectosilicatos son muy abundantes, constituyendo aproximadamente el 64% de los minerales de la corteza terrestre.

El **asbesto**, también llamado **amianto**,¹ es el nombre de un grupo de minerales metamórficos fibrosos. Están compuestos de silicatos de cadena doble. Los minerales de asbesto tienen fibras largas y resistentes que se pueden separar y son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resisten altas temperaturas. Debido a estas especiales características, el asbesto se ha usado en una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para recubrimiento de tejados, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto), productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de la transmisión), materias textiles termo-resistentes, envases, paquetería y revestimientos, equipos de protección individual, pinturas, productos de vermiculita o de talco, etc. También ha sido detectado como contaminante en algunos alimentos.²

Las autoridades médicas demostraron que los productos relacionados con el asbesto/amianto provocan cáncer con una elevada mortalidad desde los años 1906.³ A principios de la década de 2000 empezó a prohibirse en los países desarrollados y su uso quedó totalmente prohibido en la Unión Europea desde 2005, aunque se continúa utilizando en algunos países en vías de desarrollo.

Las excelentes propiedades que presenta el amianto (aislantes, mecánicas, químicas, y de resistencia al calor y a las llamas) y su relativo bajo costo, pueden explicar sus numerosas aplicaciones industriales, así como el hecho de que figure, o haya figurado durante muchos años, en la composición de muchísimos productos o acabados industriales. Además, existen numerosos yacimientos en todo el planeta y su costo de extracción es bajo.

Debido a estas características, se lo ha utilizado masivamente en diversos sectores: como material de construcción en tejas, baldosas, azulejos, papel o cemento; en la fabricación y reparación de automóviles, camiones y tractores (embragues, frenos, juntas o componentes de la transmisión); en la fabricación, reparación y mantenimiento de materiales ferroviarios; en la construcción naval, reparación y desguace de barcos; en la siderurgia; en el sector eléctrico (centrales térmicas y nucleares) y en diversos materiales textiles, envases o revestimientos. Con la excepción del crisotilo, todas las formas de amianto son muy resistentes a los ácidos y a los álcalis y todos se descomponen a altas temperaturas (800-1000 °C) y por ello se han utilizado para protección ignífuga de estructuras metálicas, trajes de bomberos y por ejemplo, la «crocidolita», se utilizaba en la fabricación de tuberías de presión y también como reforzante de plásticos por su gran resistencia mecánica.

El «crisotilo», también conocido como «amianto blanco» es la fibra de amianto de mayor utilización y representa el 94% de la producción mundial. La industria de fibrocemento es con mucho el principal usuario de fibras de crisotilo y representa cerca del 85% del uso total⁵

En España, con la Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (BOE núm. 299 de 14 de diciembre) se prohíbe la comercialización y utilización de todas las variedades de amianto. [Link al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo \(Dependiente del Ministerio de Trabajo, España\) \[3\]](#)

El **polidimetilsiloxano** o **PDMS** o **dimeticona** es el polímero lineal del dimetilsiloxano. Pertenece al grupo de los compuestos de organosilicio, sustancias comúnmente conocidas como siliconas.² El PDMS es el polímero orgánico basado en silicio más extensamente usado y particularmente conocido por sus propiedades reológicas inusuales. El polidimetilsiloxano es transparente y, generalmente inerte, inocuo y no inflamable. Sus aplicaciones varían desde lentes de contacto y artilugios médicos hasta elastómeros. También lo podemos encontrar en champús, como aditivo en alimentos, lubricantes y recubrimientos resistentes al calor. Funciona como acondicionador a través de sus propiedades lubricantes que facilitan el cepillado y suavizan la piel. Esta lubricación, además, hace más agradable la aplicación de cremas en la piel, ya que hace más fácil el extenderlas. Forma una película en la superficie en la que se aplica, tanto si es nuestro pelo como si es la piel, que la protege de agentes agresores como el frío. Sobre todo en productos para la piel, esta barrera también frena la fuga de humedad, por lo que actúa como humectante. Cuando se aplica sobre la piel, además, la película que forma rellena pequeñas arruguitas y los poros, dando al conjunto un aspecto más liso. Este efecto de relleno no es incómodo, gracias a la viscoelasticidad de la dimeticona.

Es transparente, inerte (en ella no se generan seres vivos como microorganismos indeseados, como puede ocurrir en el agua), y no tóxica.

En Estados Unidos, la FDA aprueba el uso de la dimeticona como segura, ya que se ha usado de manera general durante muchos años.

El tetrametilsilano es un patrón interno de referencia para la calibración de los desplazamientos químicos en la espectroscopia RMN de ^1H , ^{13}C and ^{29}Si . Dado que los doce átomos de hidrógeno en una molécula de tetrametilsilano son equivalentes, su espectro RMN de ^1H consiste en un singlete. Al desplazamiento químico de este singlete se le asigna el valor $\delta 0.0$, y todos los demás desplazamientos químicos se determinan en relación con él. La mayoría de los compuestos estudiados por espectroscopia de RMN de ^1H absorben por debajo de la señal del TMS, por lo que normalmente no hay interferencia entre la referencia y la muestra.

Los espectros RMN rutinarios no siempre se referencian ahora al TMS, en cuyo caso los picos de disolvente residual pueden utilizarse para calibrar. El disolvente residual puede proceder de los procedimientos de síntesis, o como rastros de material no deuterado del propio disolvente de la RMN. Como los valores de los picos de referencia comunes han sido bien determinados, la adición del TMS ya no es una necesidad para los disolventes de RMN comerciales.

En un espectro RMN de ^{13}C completamente desacoplado, el carbono en el tetrametilsilano aparece como un singlete, lo que permite una fácil identificación. El desplazamiento químico de este singlete se establece también que es $\delta 0.0$ en el espectro de ^{13}C , y todos los demás desplazamientos químicos se determinan en relación con él.

Debido a su alta volatilidad, el TMS puede evaporarse fácilmente, lo cual es conveniente para recuperarlo de las muestras analizadas por espectroscopia de RMN.

El **vidrio** es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo.

El vidrio se obtiene a unos $1500\text{ }^\circ\text{C}$ a partir de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

En España, así como en otras partes del mundo, el término "cristal" es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas están dispuestas de forma irregular) y no un sólido cristalino.