

MINERALOGÍA

TEMA 27.1

NESOSILICATOS

ÍNDICE

27.1.1 Olivinos

27.1.2 Granates

27.1.3 Aluminosilicatos

27.1.4 Otros

Celina Marcos Pascual

Los nesosilicatos son silicatos con tetraedros de Si (SiO_4) aislados.

En esta subclase se incluyen los siguientes grupos:

27.1.1 OLIVINOS

27.1.2 GRANATES

27.1.3 ALUMINOSILICATOS

ANDALUCITA

CIANITA

DISTENA

27.1.4 Otros

OLIVINOS

A este grupo pertenecen los silicatos cuya fórmula general es M_2SiO_4 , donde:

$\text{M} = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}$ o Ca

- **Cristalografía:**

Cristalizan en el sistema rómbico, grupo espacial $Pbnm$

Fayalita :

$a = 4,82 \text{ \AA}, b = 10,48 \text{ \AA}, c = 6,09 \text{ \AA}; Z = 4$

Forsterita :

$a = 4,75 \text{ \AA}, b = 10,20 \text{ \AA}, c = 5,98 \text{ \AA}; Z = 4$

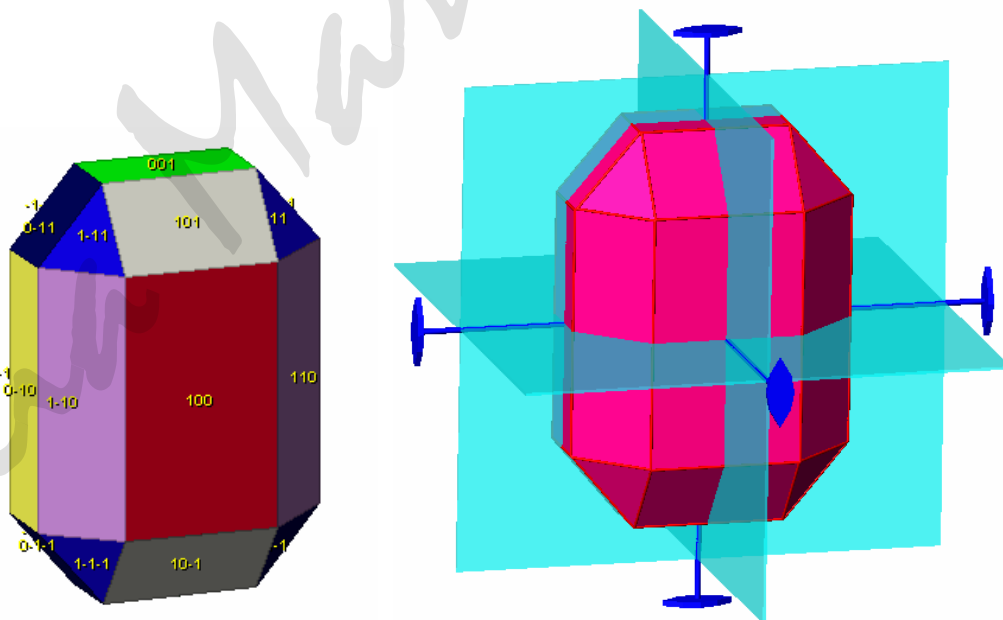


Figura 27.1.1.- Formas cristalinas (izquierda) y simetría (derecha) de forsterita

- **Estructura cristalina**

Está formada por tetraedros de silicio paralelos al eje c formando filas, unos apuntando hacia arriba y otros apuntando hacia abajo, alternativamente. Unos tetraedros están a un nivel ($a=0$) y otros a otro nivel ($a=1/2$).

Los cationes M tienen coordinación octaédrica y forman cadenas a lo largo del eje c , enlazando los tetraedros de silicio. Los M2 son ligeramente más grandes y un poco más distorsionados que los M1. Unen los octaedros M1.

A altas P (existentes en el manto terrestre) los olivinos de Fe y Mg se transforman a estructuras de espinelas.

Significa una transformación estructural importante que está relacionada con la discontinuidad en la velocidad de las ondas sísmicas a la profundidad de 400 Km.

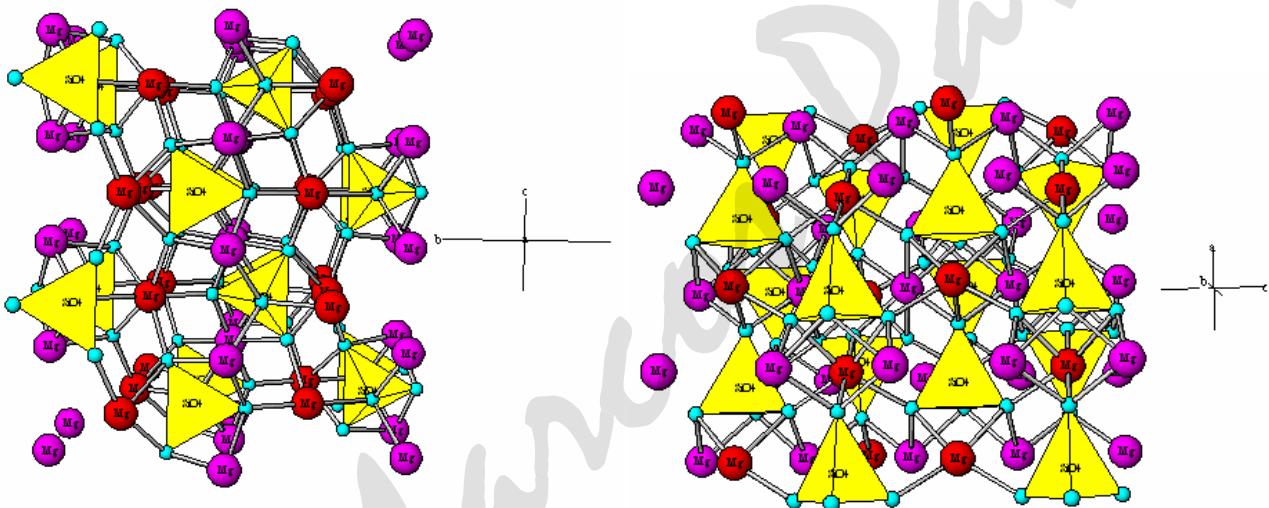


Figura 27.1.2.- Estructura cristalina de forsterita. Izquierda, proyección perpendicular al eje a mostrando las cadenas de cationes paralelas al eje c . Derecha, se pueden observar los tetraedros de silicio a $a=0$ y $a=1/2$, unos apuntando hacia arriba y otros hacia abajo.

Cambios de la estructura de los olivinos con la T y la P

A T ambiente el Fe^{2+} y el Mg^{2+} no distinguen entre las posiciones M1 y M2, aunque hay una ligera preferencia del Fe^{2+} a ocupar las M1.

El Ca^{2+} , cuando está presente, ocupa las posiciones M2.

1. Aumento de la temperatura:

- Implica aumento en los tamaños de M1 y M2. Los tetraedros de silicio no cambian. Ésto se debe a que el enlace Si-O es más fuerte que el enlace M-O.
- A altas T se puede esperar que cationes grandes puedan sustituir a otros más pequeños que están en dichas posiciones, al hacerse más grandes éstas por aumento de T y ésto da lugar a la existencia de soluciones sólidas

2. Aumento de la presión

- Implica disminución en los tamaños de las posiciones M1 y M2.

- **Características químicas:**

Existe solución sólida completa entre: forsterita (Mg_2SiO_4) y fayalita (Fe_2SiO_4).

No hay solución sólida entre olivinos con Ca^{2+} y olivinos con Fe^{2+} y Mg.

Los olivinos de calcio existen en un rango limitado de T ya que el gran tamaño del calcio hace que se distorsionen los tetraedros de Si y sean inestables estas estructuras, haciendo que se transformen a otras.

Diagrama composición-temperatura

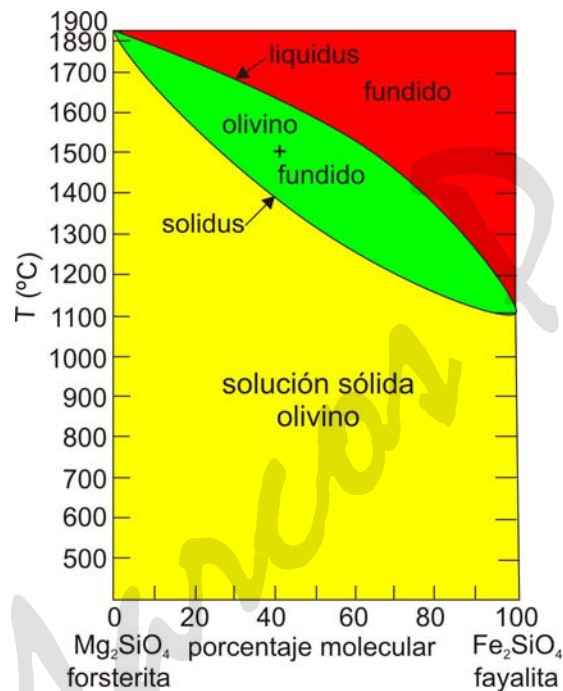


Figura 27.1.3.- Diagrama composición-temperatura de olivino

Una mezcla fundida de composición dada se enfría hasta alcanzar la curva del *liquidus*, punto en el que comienzan a formarse cristales de olivino.

Al disminuir la temperatura los cristales de olivino se hacen más ricos en magnesio que en hierro, al tiempo que el líquido se hace más rico en hierro que en magnesio.

La cristalización finaliza cuando se ha consumido todo el líquido, lo que sucede cuando al disminuir la temperatura se alcanza a curva del *solidus*. La composición de los cristales es como la del fundido original.

Hasta alcanzar la curva *liquidus* la composición está fundida, entre las curvas *liquidus* y *solidus* coexiste fundido y cristales, después de la curva *solidus* existen cristales mixtos de olivino.

En condiciones de no equilibrio los bordes son más ricos en hierro y los núcleos más ricos en magnesio, formándose zonas.

- **Propiedades físicas:**

Los olivinos son altamente refractarios (significa que tienen puntos de fusión muy elevados, forsterita = 1890 °C y fayalita = 1205 °C).

Varían en función de su composición química, así por ejemplo las variedades de olivino pobres en FeO (<13%) son biácicas positivas y las ricas son negativas.

- **Origen y Yacimientos:**

Los miembros de la serie forsterita-fayalita son comunes como productos de la cristalización primaria de magmas pobres en silicatos y ricos en Fe y Mg y también como accesorio.

Se encuentra principalmente en las rocas ígneas ferromagnesianas de color oscuro como gabro, peridotita y basalto. La roca llamada dunita está compuesta casi exclusivamente de olivino.

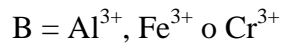
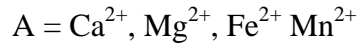
Celina Mancos D. W. 2021

27.1.2 GRANATES

Deben su denominación a la semejanza del color de los cristales del granate inicialmente estudiados con el color de los granos del fruto de la granada.

Se han encontrado granates de toda la gama de colores excepto azules. La alta dureza (6,5 – 7,5) y la ausencia de foliación favorecen el uso de los granates como gemas.

Los granates tienen como fórmula $A_2B_2(SiO_4)_3$, donde:



- **Cristalografía:**

Cristalizan en el sistema cúbico y suelen aparecer en cristales bien formados. Grupo espacial $Ia3d$.

Piropo:

$$a = 11,46, Z = 8$$

Grossularia:

$$a = 11,855, Z = 8$$

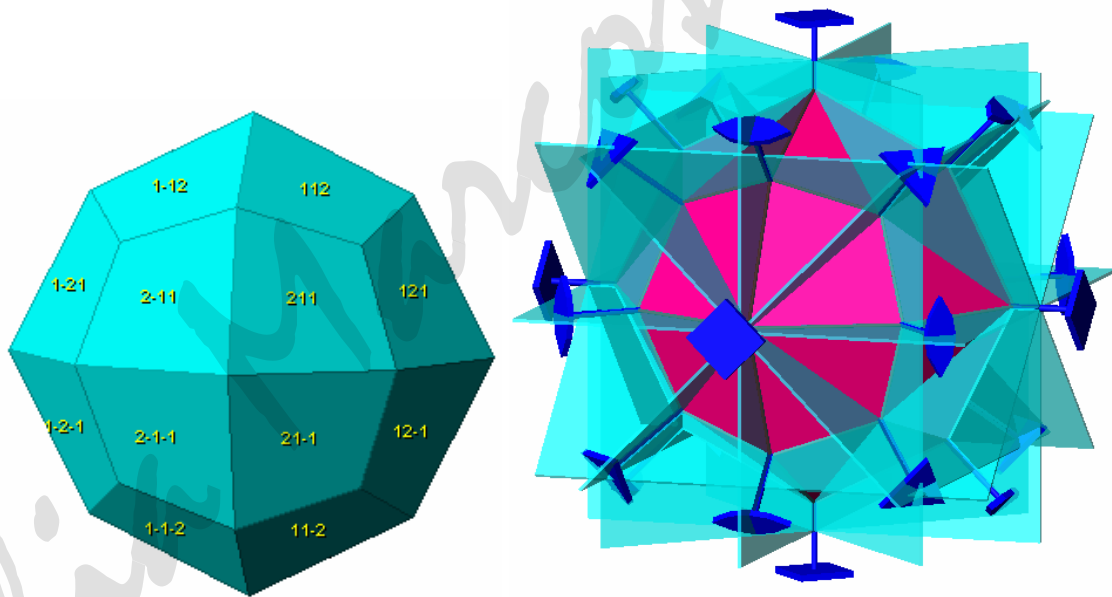


Figura 27.1.4.- Formas cristalinas (izquierda) y simetría (derecha) de granate

- **Estructura cristalina:**

Está formada por

tetraedros de Si $\rightarrow SiO_4$ que alternan y comparten vértices

octaedros de B $\rightarrow BO_6$

cubos de A $\rightarrow AO_8$

La respuesta de la estructura tanto para acomodar a cationes A de tamaño más grande como a un aumento de la temperatura es la misma: girar los tetraedros de silicio. De esta manera aumenta también la arista que comparten los octaedros BO_6 con los tetraedros.

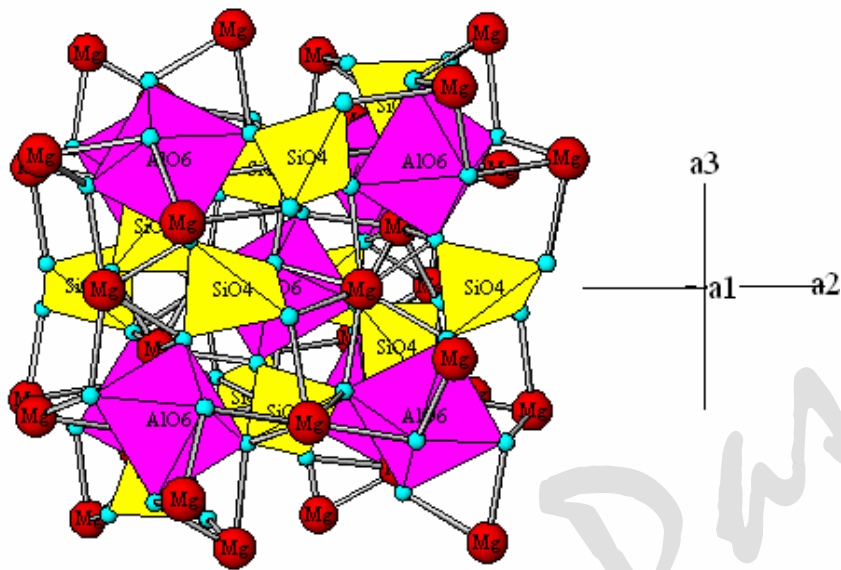


Figura 27.1.5.- Estructura cristalina de granate.

- **Características químicas:**

Forman dos series isomorfas:

PIRALSPITA con $A \neq Ca^{2+}$ y $B = Al^{3+}$

PIROPO $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$

ALMANDINO $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$

ESPESARTINA $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$

UGRANDITA con $A = Ca^{2+}$

UVAROVITA $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$

GROSULARIA $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$

ANDRADITA $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

Existe solución sólida extensa en cada serie y limitada entre ambas series.

A alta T la solución sólida es más extensa que a baja T.

- **Propiedades físicas:**

	Piropo	Grossularia
Color:	Rojo, rosa rojizo, en ocasiones anaranjado	Crema, amarillento o rosa, en ocasiones verde claro.
Raya:	Blanca	
Brillo:	Vítreo	
Dureza:	6,5 a 7,5	

Peso específico:	3,570	3,598
Óptica:	Isótropo. Elevado índice de refracción	
Otras:	Fractura subconcoidea	

- **Origen y Yacimientos:**

Los granates son minerales comunes muy extendidos, aparecen abundantemente en las rocas metamórficas y como constituyente accesorio en ciertas rocas ígneas. Su yacimiento más característico es en los esquistos.

Piropo:

Este granate aparece en algunas rocas ultrabásicas como peridotitas micáceas y kimberlitas así como en sedimentos detríticos (arenas y gravas) derivadas de este tipo de rocas. Los ejemplares de bohemia conocidos por su empleo como gemas derivan de brechas basálticas derivadas de peridotitas formadas a partir de magmas alcalinos.

En España aparece en la sierra de Segura (Jaén).

Grossularia:

Característica del metamorfismo tanto de contacto como regional de rocas calcáreas impuras, así como en skarns. Aparece en las calizas y pizarras metamórficas de los Pirineos, en la mina de Orsavinya y en el barranco de Belén (Barcelona), en Acicún de Ortega (Granada), Bayarque (Almería), Orbaiceta (Navarra), Burguillos del Cerro (Badajoz) y Buitrago (Madrid). La *Hessonita* (Grossularia ferrífera) se encuentra en Fermoselle (Zamora).

27.1.3 ALUMINOSILICATOS

Incluye a:

ANDALUCITA

CIANITA

SILLIMANITA

Son minerales *polimorfos* con fórmula Al_2SiO_5

- **Campos de estabilidad:**

ANDALUCITA: aureolas metamórficas contacto

CIANITA: altas P

SILLIMANITA: metamorfismo regional T

Debido a que cianita es 14% más densa que andalucita y 11,5% que sillimanita, cianita es estable a P más alta y T más baja, andalucita es la fase de baja P y sillimanita estable a alta T y moderada P

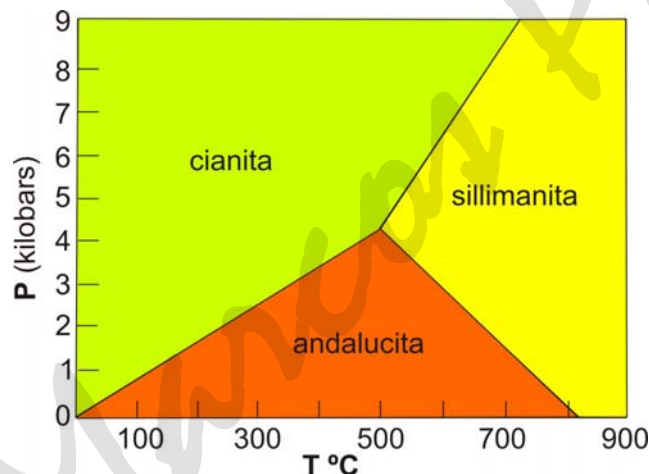


Figura 27.1.6.- Diagrama presión-temperatura, mostrando los campos de estabilidad de los polimorfos de la andalucita.

ANDALUCITA

- **Cristalografía:**

Cristaliza en el sistema cristalino rómbico, grupo espacial $Pn\bar{m}$

$$a = 7,78 \text{ \AA}, b = 7,92 \text{ \AA}, c = 5,57 \text{ \AA}; Z = 4$$

- **Estructura cristalina:**

Formada por octaedros de Al (AlO_6) en cadenas paralelas a eje c , comparten aristas y contienen la mitad de Al y la otra mitad con coordinación 5.

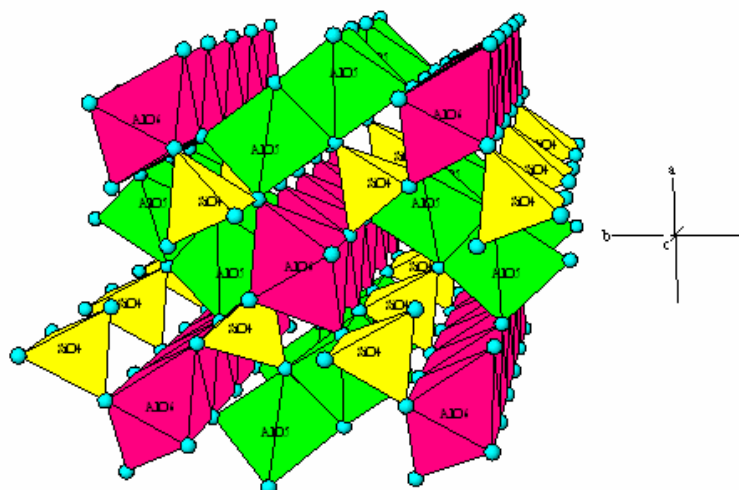


Figura 27.1.7.- Estructura cristalina de andalucita

- **Propiedades físicas:**

Color: Rosado, blanco, gris, violeta, pardo y verde oliva.

Raya: Blanca.

Brillo: Vítreo algo mate

Dureza: 7 a 7,5

Densidad: 3,2

Óptica: Transparente. Índice de refracción alto, birrefringencia débil. Biáxico negativo.

- **Origen y Yacimientos:**

Mineral típico del metamorfismo en aureolas de contacto entre granitos y pizarras arcillosas, micáceas o corneanas. En pizarras de metamorfismo regional suele ir en granos redondeados. Es más raro en granitos intrusivos, pegmatitas o en filones de cuarzo. Esporádicamente asociado a procesos hidrotermales.

En España Se encuentra en masa y en buenos cristales en Goyán, Tuy, Monteferro y Burgueira (Pontevedra). En el Valle del Rosal, Louredo (Orense) y Noya (La Coruña).

En el Tibidabo y San Pedro Mártir (Barcelona), Cabo de Creus y Susqueda (Gerona).

Los mejores cristales provienen de la zona de Somosierra, concretamente de los lugares conocidos como Zahurdón y Salega de las Hoyas en El Cardoso (Guadalajara) apareciendo en otras localidades como Montejo, Horcajo y Horcajuelo (Madrid).

En masas columnares radiales en Villacastín (Segovia) y en granos redondeados en la provincia de Ávila, en Cebreros. En el Puerto de la Fuenfría (Madrid), Revenga (Segovia) y Montalbán (Toledo).

Igualmente en la Serranía de Ronda, Nerva, Istán y Torrox (Málaga), barranco de San Juan, Rubite, Agrón y Motril (Granada) y Cabo de Gata (Almería).

En los alrededores de Cartagena en pequeñas cantidades y en Plasencia (Cáceres).

La quiastolita se ha encontrado en los valles de Miffo y Louro, Sierra de Penouta, Elija y San Mamed en Galicia.

En Asturias, en el macizo de Boal, en Doiras, Gio y Cedemonios.

En el Pirineo Catalán en el Valle de Arán (Lérida) y Llagostera (Gerona), San Pedro Mártir, Tibidabo y Martorell (Barcelona), Sierra de Prades (Tarragona) y Valle de Gistain (Huesca).

En Losacio (Zamora), llamada "pata de gallina".

En las pizarras de Somosierra y en La Hiruela, Miraflores, Cervera y Buitrago (Madrid).

En Sierra Morena, Linares, Santa Elena (Jaén), Alhaurín y Alora (Málaga), y en Extremadura, en Casar, Plasenzuela y Logrosán (Cáceres) y Alburquerque, San Vicente Alcántara, Campanario y Castuera (Badajoz).

SILLIMANITA

- **Cristalografía:**

Cristaliza en el sistema rómbico grupo espacial $Pbnm$

$$a = 7,44 \text{ \AA}, b = 7,60 \text{ \AA}, c = 5,75 \text{ \AA}; Z = 4$$

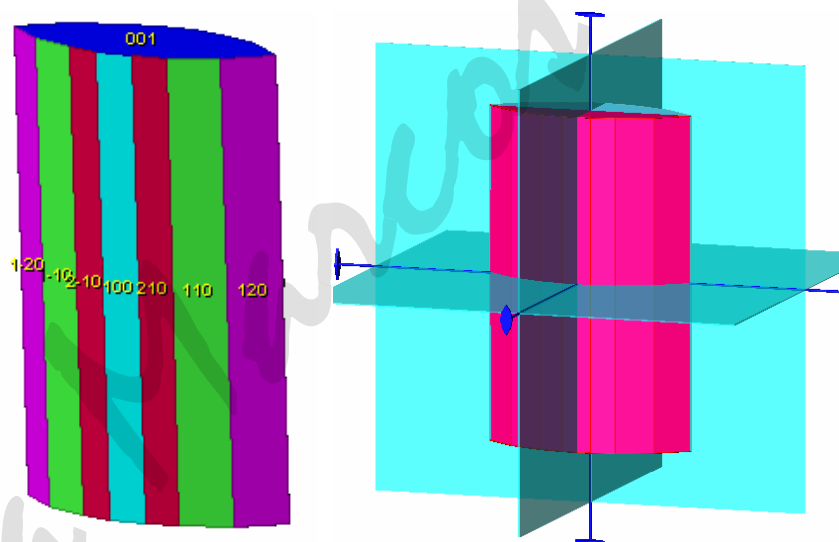


Figura 27.1.8.- Formas cristalinas (izquierda) y simetría (derecha) de sillimanita

- **Estructura cristalina:**

Formada por octaedros de Al (AlO_6) en cadenas paralelas a eje c , comparten aristas y contienen la mitad de Al y la otra mitad con coordinación 4.

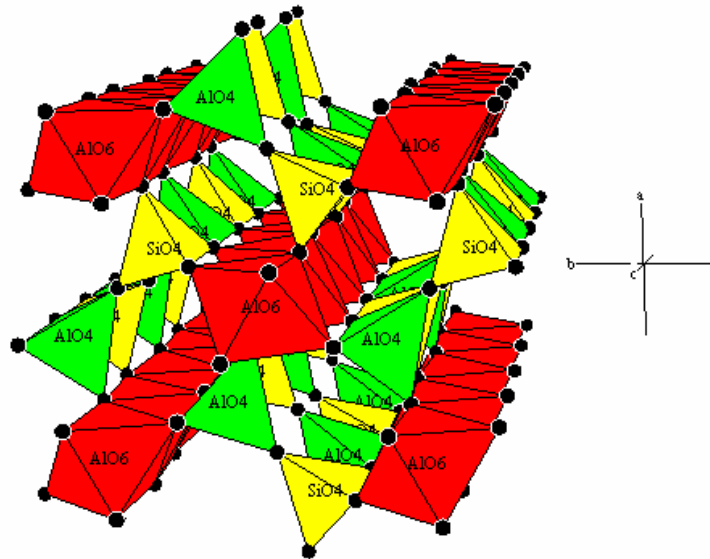


Figura 27.1.9.- Estructura cristalina de sillimanita

- **Propiedades físicas:**

Color: Blanco, gris, pardo y verdoso entre los más frecuentes

Raya: Incolora o blanca

Brillo: Vítreo o craso

Dureza: 6,5 a 7,5

Peso específico: 3,25

Óptica: Transparente. Índices de refracción y birrefringencia altos. Biáxico positivo.

- **Origen y Yacimientos:**

Como elemento accesorio en rocas metamórficas de gradiente elevado, especialmente en pizarras, gneises, granulitas y micacitas.

En España se encuentra muy extendida, apareciendo con mucha facilidad en todo el terreno metamórfico de los Montes de Toledo y de Somosierra, en especial en Guadamur, El Cardoso, Montejo, El Horcajo, Prádena, Horcajuelo etc., llegando a abundar en la falda septentrional de Somosierra, ya en la provincia de Segovia, entre Cerezo de Arriba y Cerezo de Abajo.

En Puig Ferral, Cadaqués (Gerona) aparecen cantos rodados.

También está citada en Sierra Morena, Bajos Pirineos y muchas otras localidades tales como Matallana en Guadalajara, Peguerínos (Avila), Amuero (Cantabria), Catí (Castellón) y Petrel (Alicante).

CIANITA

- **Cristalografía:**

Cristaliza en el sistema cristalino triclinico, grupo espacial $P\bar{1}$

$a = 7,10 \text{ \AA}$, $b = 7,74 \text{ \AA}$, $c = 5,57 \text{ \AA}$; $\alpha = 90^\circ 6'$, $\beta = 101^\circ 2'$, $\gamma = 105^\circ 45'$; $Z = 4$

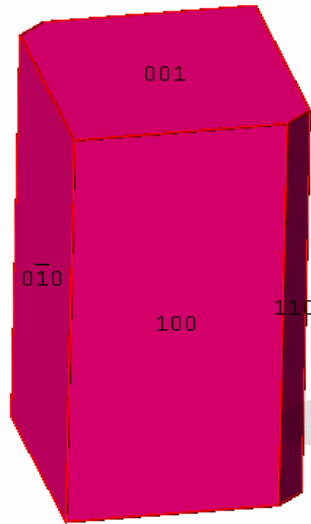


Figura 27.1.10.- Formas cristalinas de cianita

- **Estructura cristalina:**

Formada por octaedros de Al (AlO_6) en cadenas paralelas a eje c , comparten aristas y contienen la mitad de Al y la otra mitad con coordinación 6.

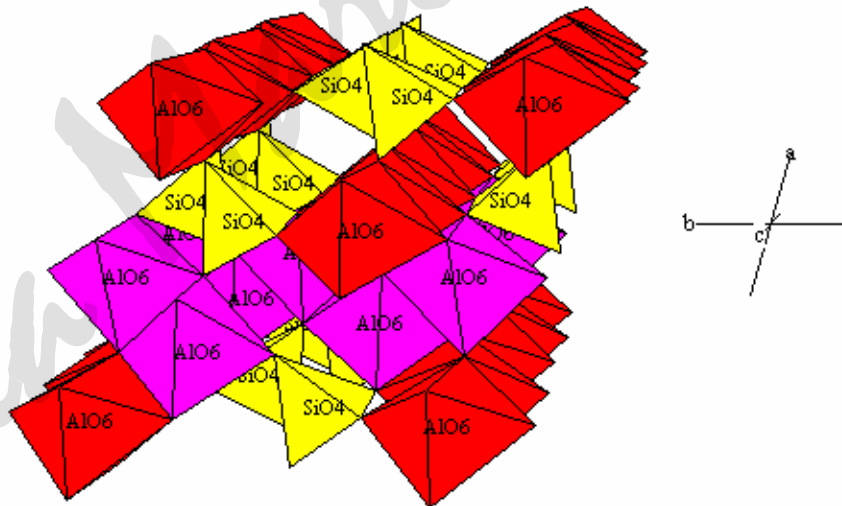


Figura 27.1.11.- Estructura cristalina de cianita

- **Propiedades físicas:**

Color: Azul es el más corriente, aunque aparece blanca, gris o rosada.

Raya: Blanca o incolora.

Brillo: Vítreo a veces nacarado.

Dureza: Anisótropo con 4,5 a 5 en dirección a la fibra y 6 a 7 transversalmente a la misma.

Peso específico: 3,66

Óptica: Transparente. Altos índices de refracción y baja, birrefringencia; biáxico negativo.

- **Origen y Yacimientos:**

Mineral típico de metamorfismo, índice de dinamometamorfismo, propio de gneises y pizarras micáceas. En menor medida en pegmatitas ricas en cuarzo.

En España son muy famosas las distenas de Somosierra y Guadarrama, especialmente las de La Serrada, Paredes de Buitrago, Torrelaguna o Peguerinos (Madrid). También en Castillo de las Guardas (Sevilla) y Barranco de Azulejos en Sierra Nevada, Almuñécar y Lanjarón (Granada).

En Galicia, en la Sierra de la Loba, Mondoñedo y Villalba (Lugo) y en Cataluña en Cadaqués y Port de la Selva (Gerona).

Celina Marcos P. 2020

27.1.4 OTROS

CIRCÓN $Zr(SiO_4)$

- **Cristalografía:**

Cristaliza en el sistema tetragonal grupo espacial $I4/amd$

$a = 6,60 \text{ \AA}$, $c = 5,98 \text{ \AA}$; $Z = 4$

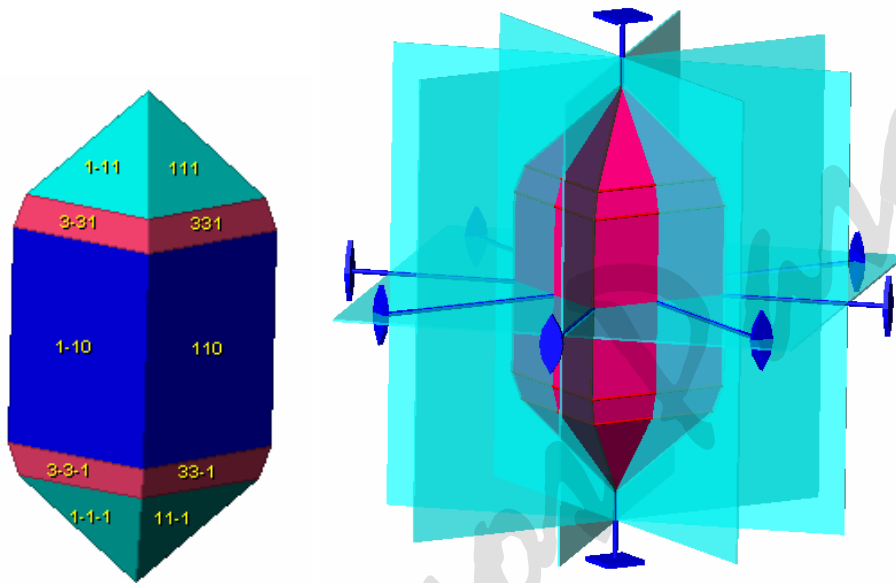


Figura 27.1.12.- Formas cristalinas (izquierda) y simetría (derecha) del circón

- **Estructura cristalina:**

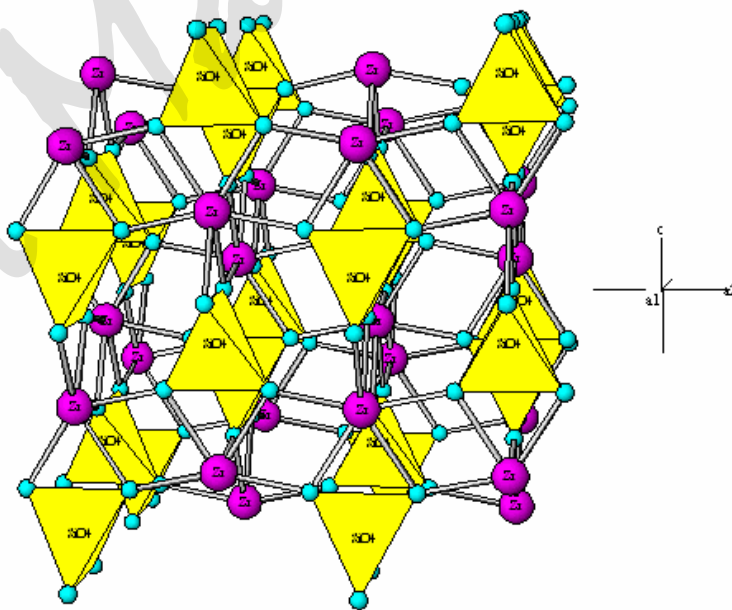


Figura 27.1.13.- Estructura cristalina del circón

- **Propiedades físicas:**

Color: Muy variado: pardo, incoloro, gris, verde, rojo

Raya: Blanca o incolora

Brillo: Adamantino o craso

Dureza: 7,5

Peso específico: 3,9 a 4,8

Óptica: Isótropos. Elevado índice de refracción

Otras: Metamórfico

- **Características químicas:**

Puede contener elementos radioactivos.

- **Origen y Yacimientos**

Como accesorio de las rocas eruptivas, siendo más frecuente en sienitas, dioritas y granitos. En rocas metamórficas, en pizarras cloríticas y gneises. Como grano rodado y producto de resistencia en los sedimentos.

En España aparece incluido en las pizarras de Sierra Nevada y en las eclogitas del valle del Genil (Granada). También en las tobas de Mallorca y en buenos cristales en el Cerro de San Blas en Cáceres y El Berrocal, cerca de Mérida (Badajoz).

En las areniscas triásicas de Molina de Aragón y Sigüenza (Guadalajara) y en las arenas de las rías gallegas, desde Carballo a El Grove y en las localidades de Redondela (Pontevedra) y Noya (La Coruña), y en Sierra Morena en Despeñaperros (Jaén).

En Coto Carbonell de Sierra Albarrana (Córdoba), acompañando a la uraninita.

En el Puerto de Malagón en El Escorial (Madrid), en el Coto Vivaldi (León - Orense), en Pozoblanco, Villanueva de Córdoba, Torrecampo y Fuenteovejuna (Córdoba).

En el Cabo de Peñas y en el plutón granítico de "El Pato" (Asturias) y en las calizas metamorfizadas de Valdemaqueda (Madrid).

ESTAUIROLITA $(\text{Fe}^{2+})_2 \text{Al}_9\text{O}_6(\text{SiO}_4)_4(\text{O},\text{OH})_2$

- **Cristalografía:**

Cristaliza en el sistema monoclinico, grupo espacial C2/m

$a = 7,83 \text{ \AA}$, $b = 16,62 \text{ \AA}$, $c = 5,65 \text{ \AA}$, $\beta = 90^\circ$; $Z = 4$

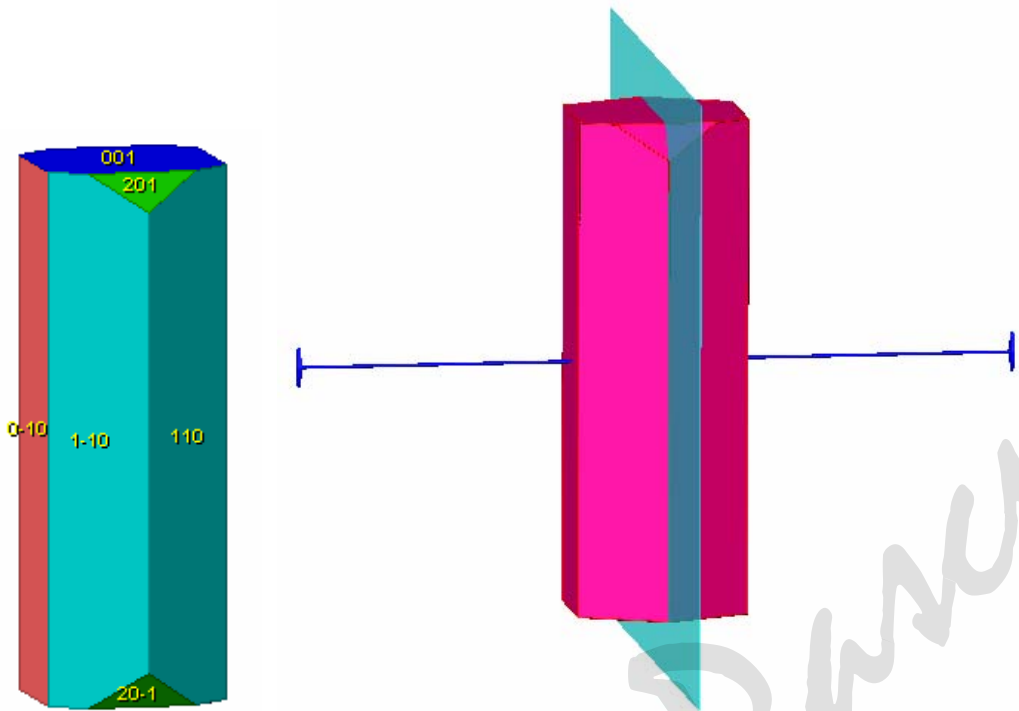


Figura 27.1.14.- Formas cristalinas (izquierda) y simetría (derecha) de estaurolita

- **Estructura cristalina:**

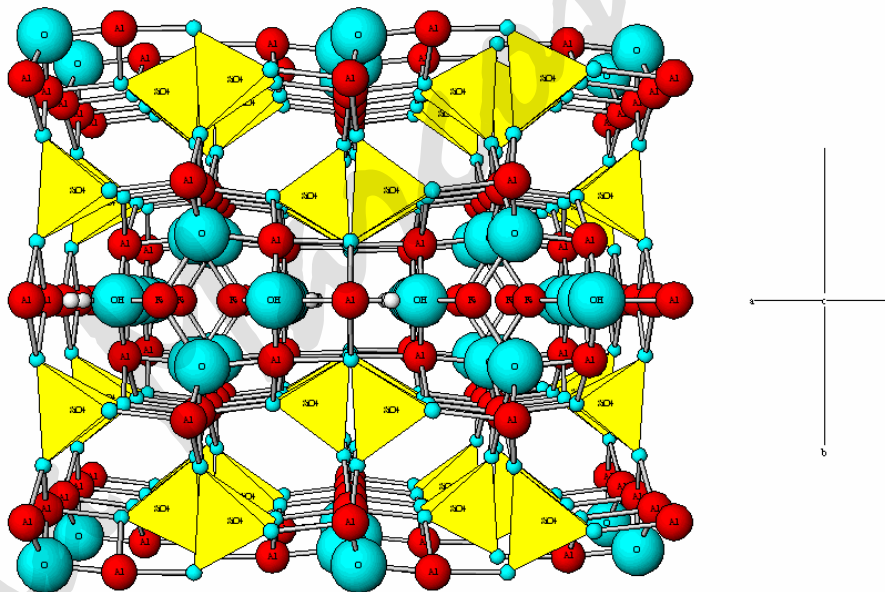


Figura 27.1.15.- Estructura cristalina de estaurolita

- **Propiedades físicas:**

Color: Pardo rojizo

Raya: Incolora

Brillo: Vítreo

Dureza: 7 a 7,5

Peso específico: 3,74 a 3,83

Óptica: Marcado pleocroismo y biáxico positivo.

- **Origen y Yacimientos:**

Producto del metamorfismo regional o de contacto sobre pizarras arcillosas. También como resistato en rocas sedimentarias.

En España aparece en el Cabo de Finisterre, Santiago de Compostela y Sabarís y en las arenas de las Rías gallegas. También en Illano y Boal (Asturias). En Bruch, Cardona y Tibidabo (Barcelona).

En Somosierra (localidades de El Cardoso, Horcajuelo, Prádena del Rincón y Montejo) abundan cristales sueltos y maclados. En Cervera (La Rioja) y Fuentenebró (Burgos). En la Sierra de Santos (Córdoba), Sierra Nevada (Granada), en la Serranía de Ronda y en las micacitas de Vélez (Málaga) y en las pizarras de Arroyo del Puerco (Cáceres).

Celina Marcos P. 2020