

INOSILICATOS

INO-7

M. Rodas

CLASIFICACION DEL GRUPO DE LOS ANFIBOLES

- **Base de la clasificación, catión que ocupa el hueco M4**
- $(Ca+Na)_x < 1.34$ ----- Grupo de los anfíboles Fe-Mg-Mn
- $(Ca+Na)_x > 1.34$ ----- Grupo de los anfíboles cálcicos
- $Na_x < 0.67$
- $(Ca+Na)_x > 1.34$ ----- Grupo de los anfíboles Na-Ca
- $0.67 < Na_x < 1.34$
- $(Na)_x > 1.34$ ----- Grupo de los anfíboles alcalinos
- **GRUPOS ESPACIALES MAS COMUNES EN ANFIBOLES**
- $C2/m$ ----- Anfíboles Ca, Na-Ca, alcalinos y Fe-Mg-Mn
- $P21/m$ ----- Mg Cummigtonitas
- $Pnma$ ----- Ortorrómbicos Fe-Mg-Mn.

Clasificación de anfíboles

Amphibole Classification^a

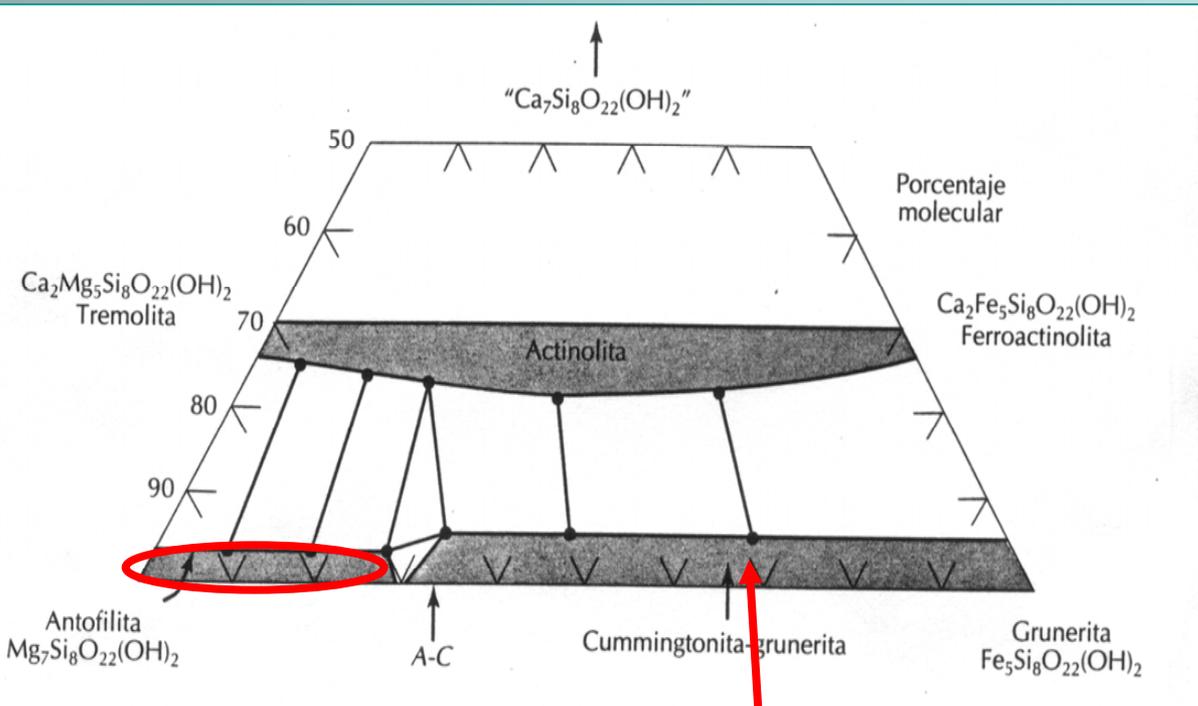
Group	W	X ₂ M4 Y ₅	Z ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Mineral	Symmetry	Comment	
Iron-magnesium		(Mg,Fe) ₂	(Mg,Fe) ₅	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Orthorhombic	Orthoamphibole	
		(Mg,Fe) ₂	(Mg,Fe) ₃ Al ₂	Al ₂ Si ₆ O ₂₂ (OH) ₂			Gedrite
		(Mg,Fe) ₂	(Mg,Fe) ₅	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Cummingtonite–grunerite	Monoclinic	Low-Ca-clinoamphibole
Calcic		Ca ₂	(Mg,Fe) ₅	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Tremolite–actinolite		Ca-clinoamphibole
	(Na,K) ₀₋₁	Ca ₂	(Mg,Fe,Fe ³⁺ ,Al) ₅	(Si,Al) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Hornblende		
	Na	Ca ₂	(Mg,Fe) ₄ Ti	Si ₆ Al ₂ O ₂₂ (OH) ₂	Kaersutite		
Sodic–calcic	Na	CaNa	(Mg,Fe) ₅	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Richterite		Na–Ca-clinoamphibole
	Na	CaNa	(Mg,Fe) ₄ Fe ³⁺	Si ₇ AlO ₂₂ (OH) ₂	Katophorite		
Sodic		Na ₂	(Mg,Fe ²⁺) ₃ (Al,Fe ³⁺) ₂	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Glaucophane–riebeckite		Na-clinoamphibole
	Na	Na ₂	(Mg,Fe ²⁺) ₄ (Al,Fe ³⁺)	Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Eckermanite–arfvedsonite		

^aBased on the general formula $W_{0-1}X_2Y_5Z_8O_{22}(OH)_2$. W cations occupy the A sites, X cations the M4 sites, and Y cations the M1, M2, and M3 sites (Figure 14.12).

GRUPO 1. Anfíboles Fe-Mg

- Corresponden a la serie Antofilita-Gedrita, en los que $(Ca+Na) < 1.34$.
- Su grupo espacial es Pnma.
- La composición varía entre
- $(Mg, Fe^{2+})_7(Si_8O_{22})(OH, F)_2 \rightarrow$ Antofilita y
- $Na_{0.5}(Mg, Fe^{2+})_2(Mg, Fe^{2+})_{3-1}(Al, Fe^{3+})_{1.5}(Si_6Al_2)O_{22}(OH, F)_2$
- \rightarrow Gedrita.

ORTOANFÍBOLES ANTOFILITA (Rómbico: $Pnma$)



Se llama Antofilita desde $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$ hasta $Fe_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$

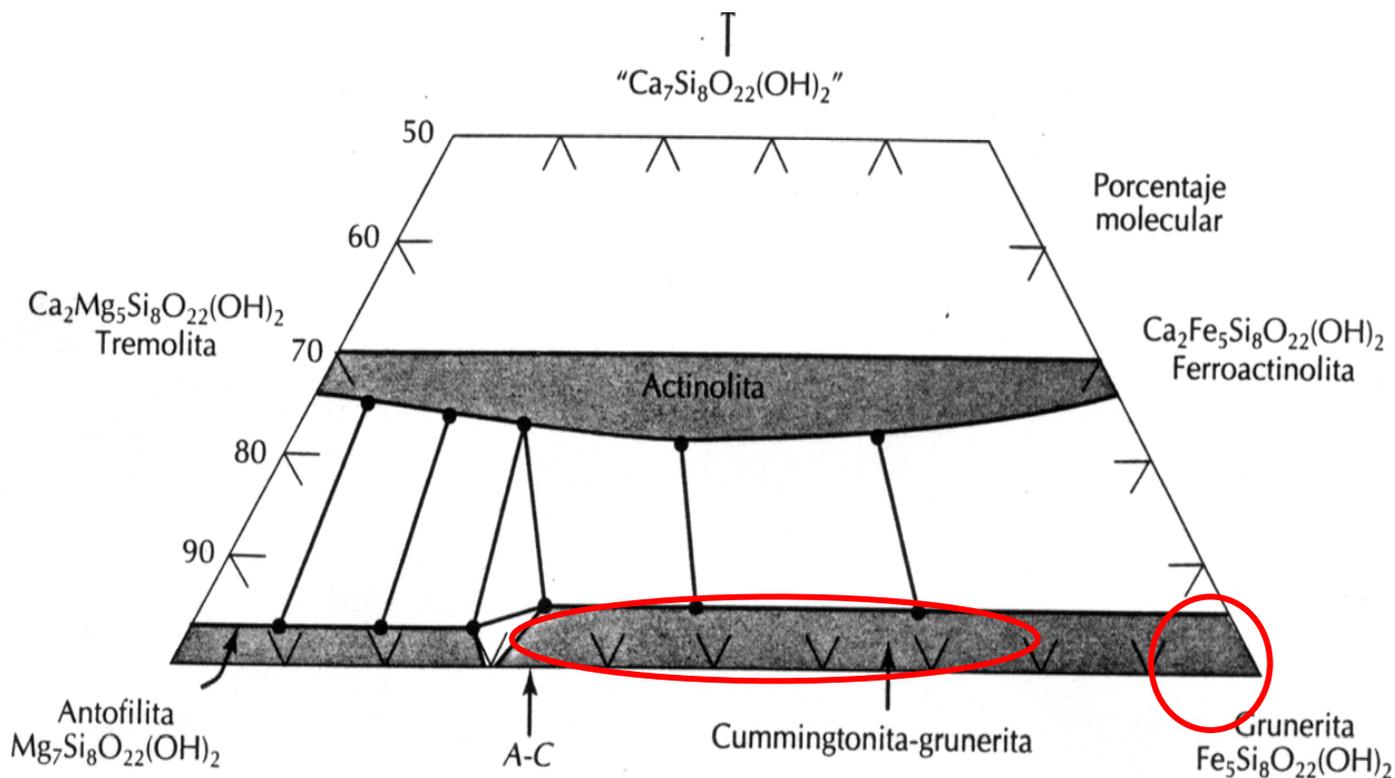
- Al aumentar el contenido en Fe se pasa → CUMMINGTONITA (Monoclínica)
- **Génesis:** Mineral de metamorfismo de rocas ultrabásicas. **NO APARECE EN ROCAS ÍGNEAS**

- En la serie antofilita-gedrita las principales variaciones estructurales y composicionales son:
 - 1) Ocupación indistinta de cationes como el Mg, Fe^{2+} y el Al de los huecos M.
 - 2) Ocupación parcial de Na en el hueco A.
 - 3) Distribución de Si y Al en los tetraedros.
- Las gedritas, por tanto, poseen más Al y Na que las antofilitas.
- La sustitución de Si \rightarrow Al en los tetraedros está compensada por la entrada de Na en el hueco A.
- Las marcadas diferencias entre los contenidos en Al y Na entre antofilitas y gedritas podrían ser la causa de las limitaciones que se observan en las soluciones sólidas

CLINOANFÍBOLES (Fe-Mg)

CUMMINGTONITA-GRUNERITA (Monoclínico)

- Se llama **Cummingtonita** $(\text{Mg,Fe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ a los términos con Mg-Fe y se reserva el de **Grunerita** a los que tienen solo Fe



ANFÍBOLES Fe-Mg MONOCLINICOS

Serie Cummingtonita $Mg_5Fe_2Si_8O_{22}(OH)_2$ -Grunerita $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2$. Estructuras: C2/m y P21/m.

Se diferencian de los anfíboles ferromagnesianos ortorrómbicos por la menor cantidad de Al, Fe^{3+} y Na.



GRUNERITAS

Mg-cummingtonitas,
 $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$ >70%

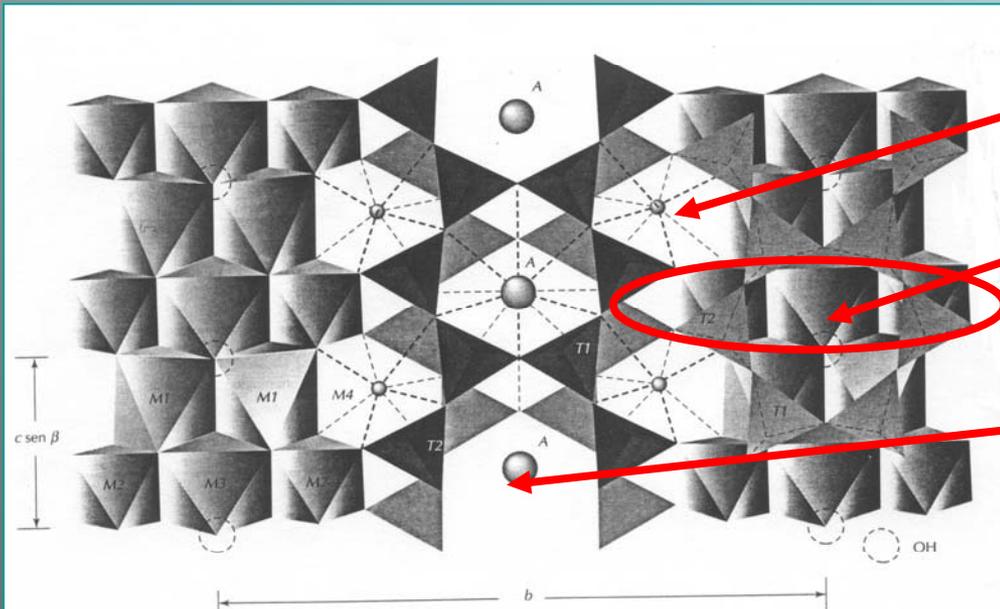
Cummingtonitas,
 $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2$ = 30-70%

Gruneritas, $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2$
>70%

cristales aciculares, a veces con hábitos asbestiformes, de color verde oscuro o pardo.

Estructura de la Cummingtonita

- Monoclínica: $C2/m$ a alta T
 $P2_1/m$ a baja T (menor simetría)



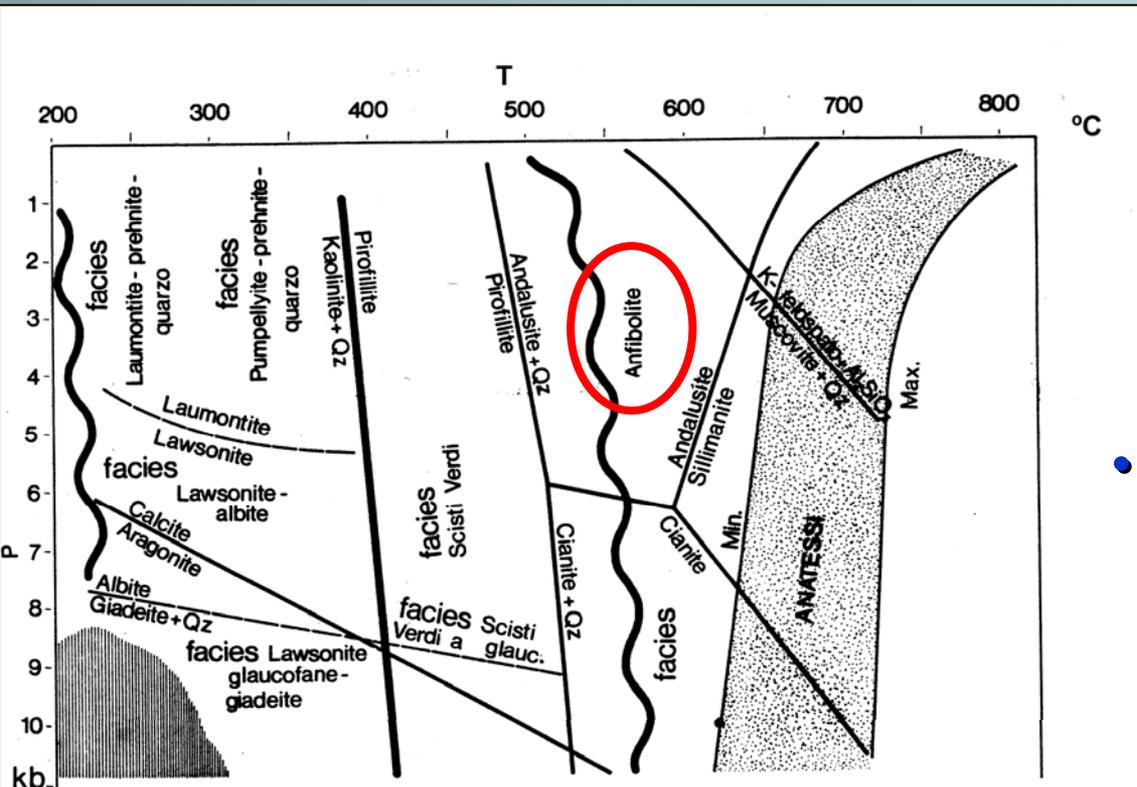
M4 → Fe (algo de Ca)

M1, M2, M3 → Mg

A → vacio

Génesis Cummingtonita-Grunerita

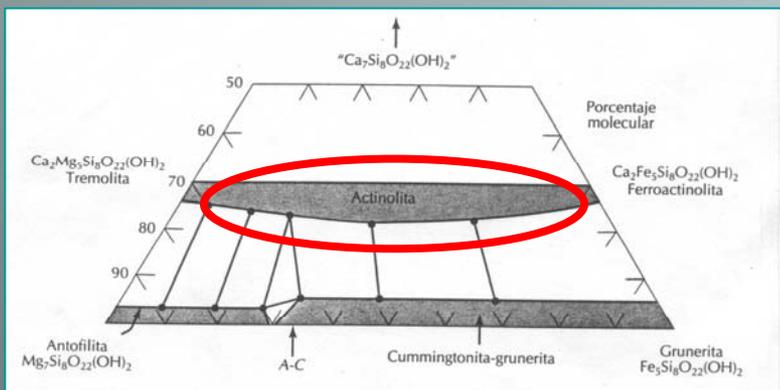
- **CUMMINGTONITA**
Metamorfismo regional (anfibolitas) con Hornblenda y Actinolita



- **GRUNERITA**
Metamorfismo de formaciones con Fe

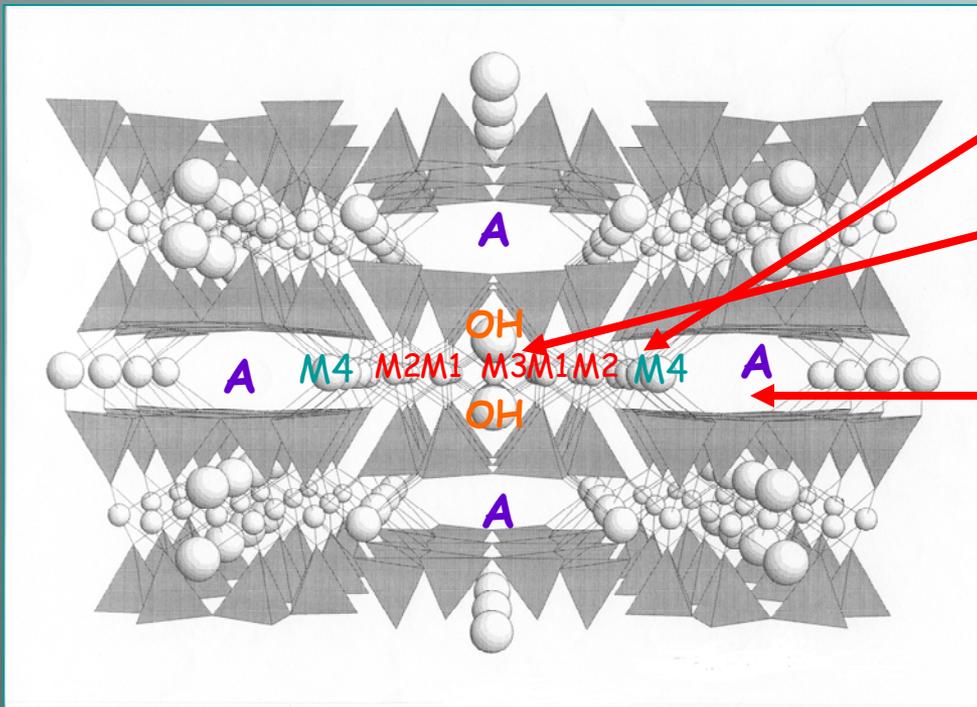
GRUPO 2 ANFIBOLES Ca ($(Ca+Na)_x > 1.34$, $Na_x < 0.67$) TREMOLITA-FERROACTINOLITA

- A los intermedios se les llama Actinolitas



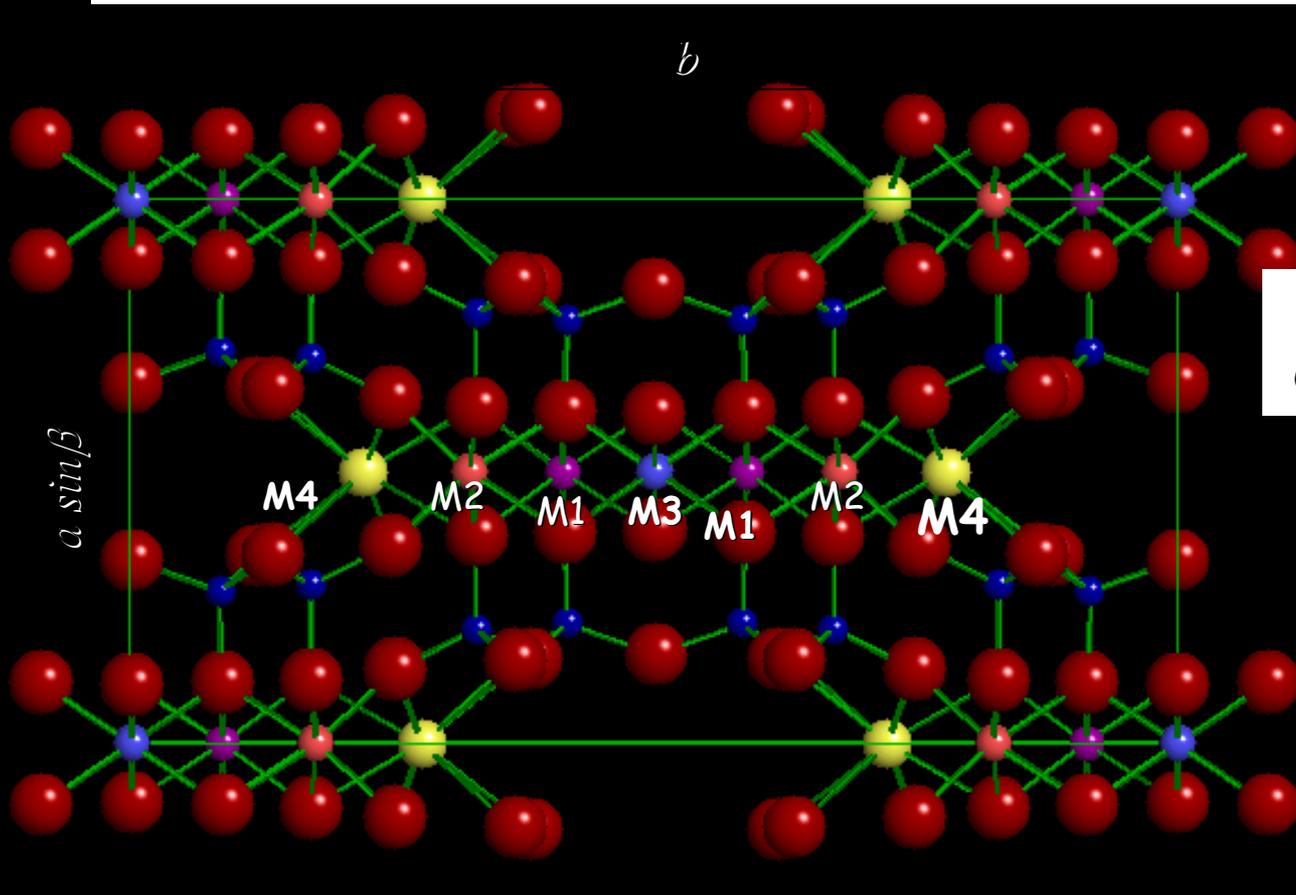
Tremolita-FerroActinolita Estructura

- Monoclínica $C2/m$ a todas las temperaturas



- $M4 \rightarrow Ca$
- $M1, M2, M3 \rightarrow Mg, Fe$
- $A \rightarrow$ vacío

Inosilicatos: **anfiboles** Cadenas dobles



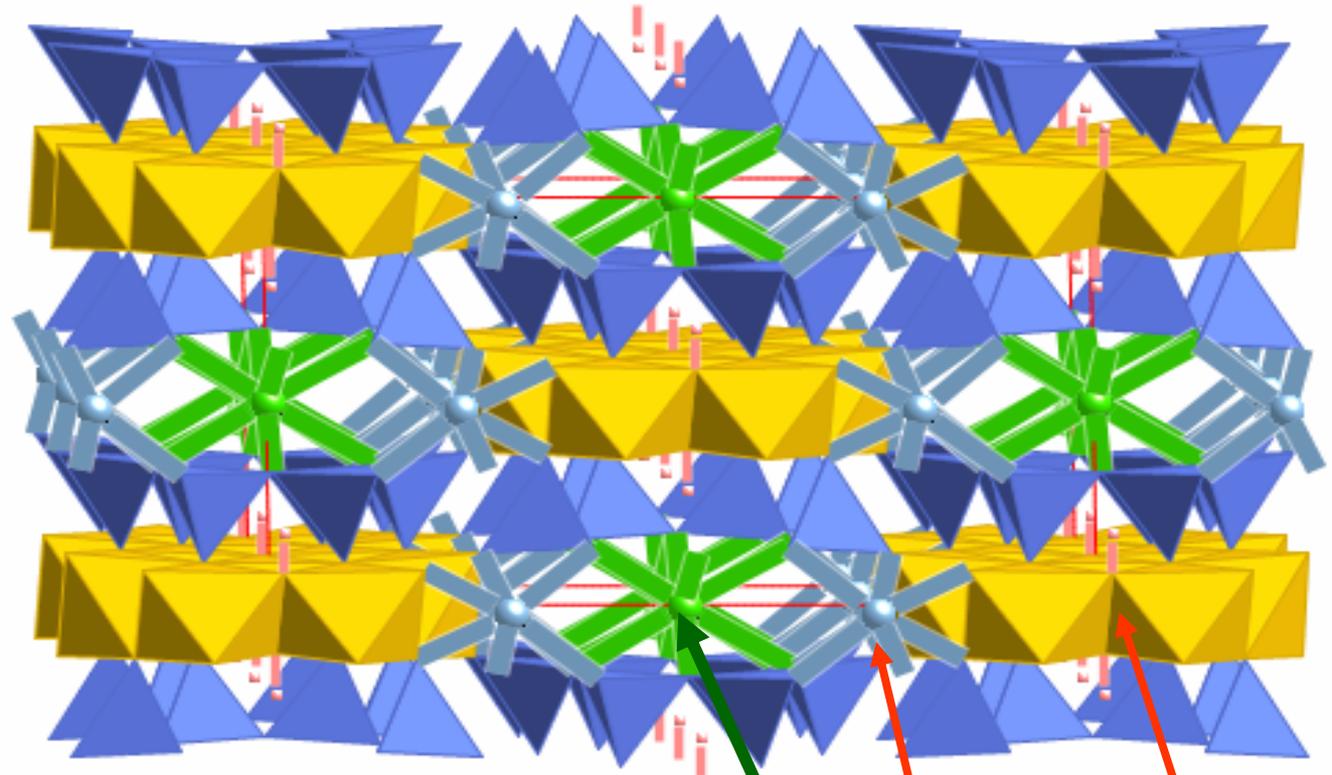
Tremolite:
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH})_2$

M4 → Ca

M1, M2, M3 → Mg, Fe

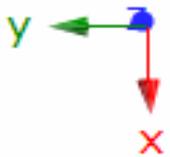
A → vacio

Cadena doble de tetraedros (SiO_4), que pueden ser consideradas como dos cadenas simples unidas por vértices de tetraedros alternos, lo que hace que aparezca un plano de simetría a lo largo de la unión



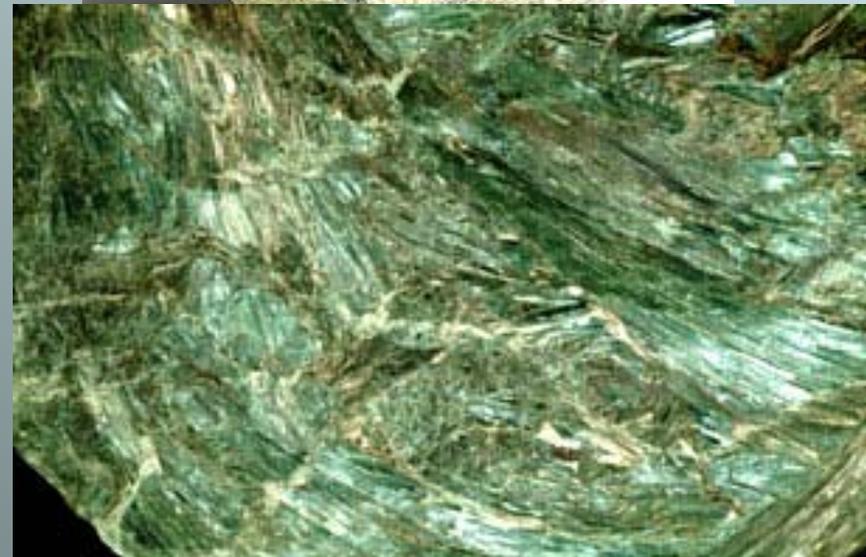
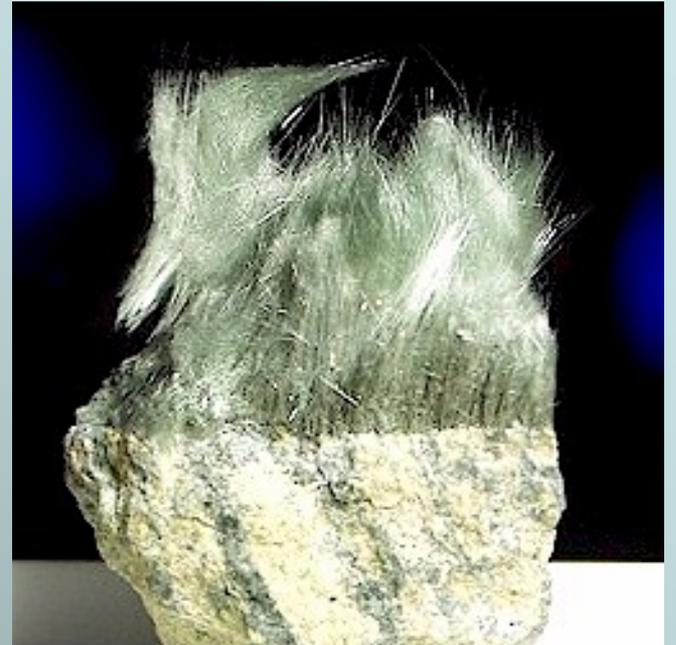
Tremolite:
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH})_2$

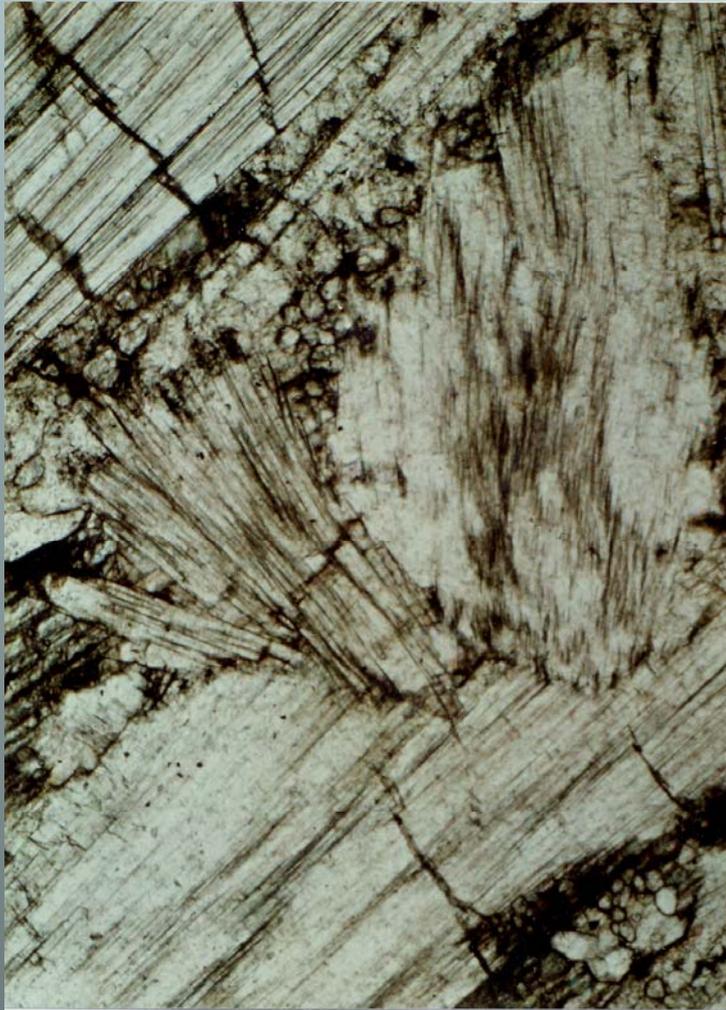
M4 → Ca
 M1, M2, M3 → Mg, Fe
 A → vacio



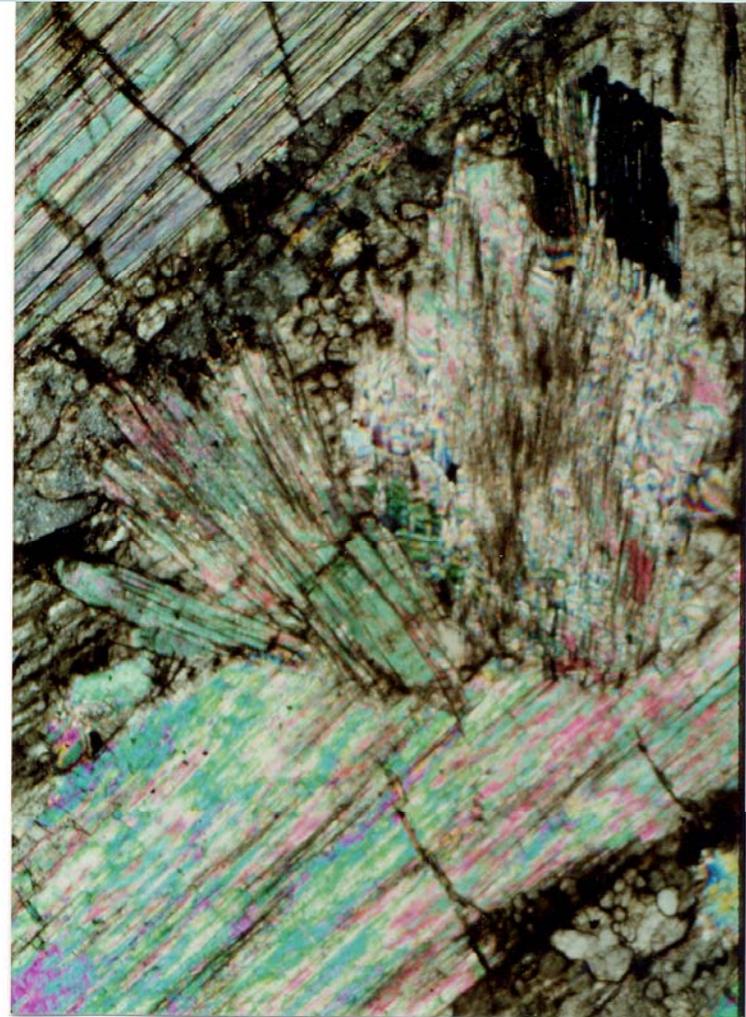
GRUPO 2. ANFIBOLES Ca ($(Ca+Na)_x > 1.34$, $Na_x < 0.67$)
TREMOLITA-FERROACTINOLITA

Hábito prismático, acicular o asbestiforme. La variedad asbestiforme de la serie se denomina **Nefrita**.





TREMOLITA, N //

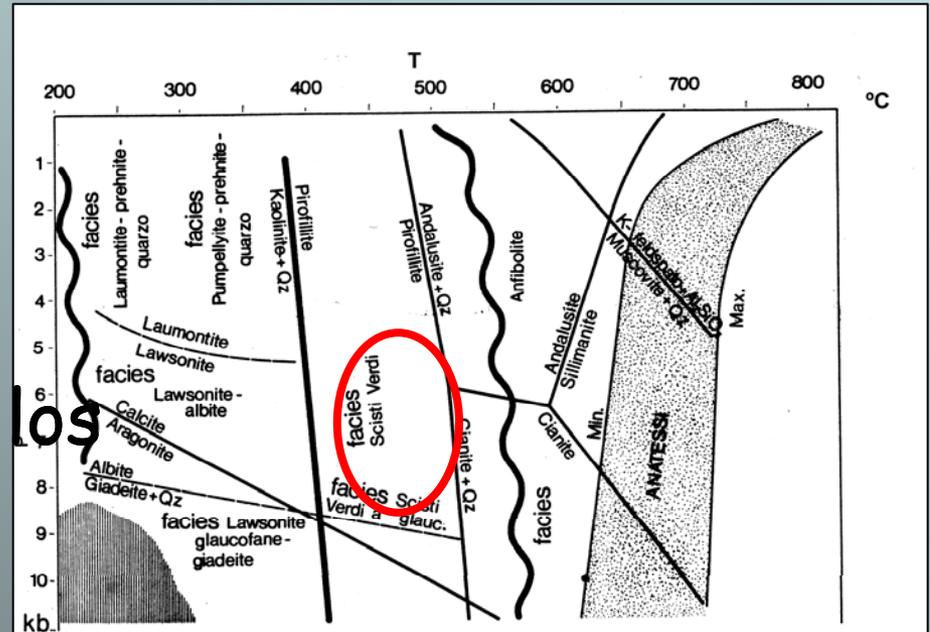


TREMOLITA, N X

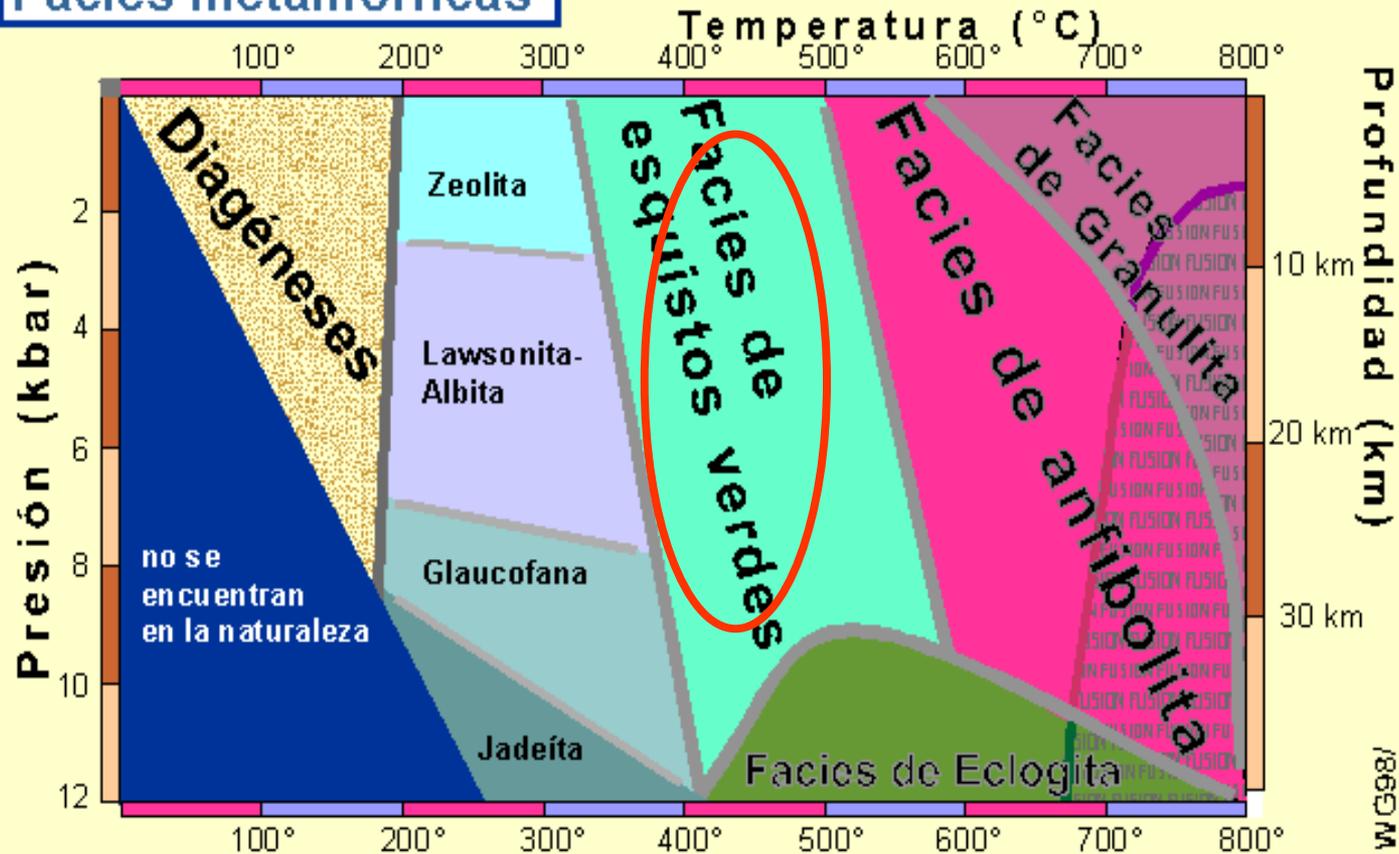
Los índices de refracción y la densidad aumentan linealmente con el contenido en Fe.

Génesis Tremolita-Actinolita

- Tremolita (Mg)
Dolomías o Calizas dolomíticas metamorfizadas
- Actinolita (Fe)
Es el mineral característico de los esquistos verdes



Facies metamórficas



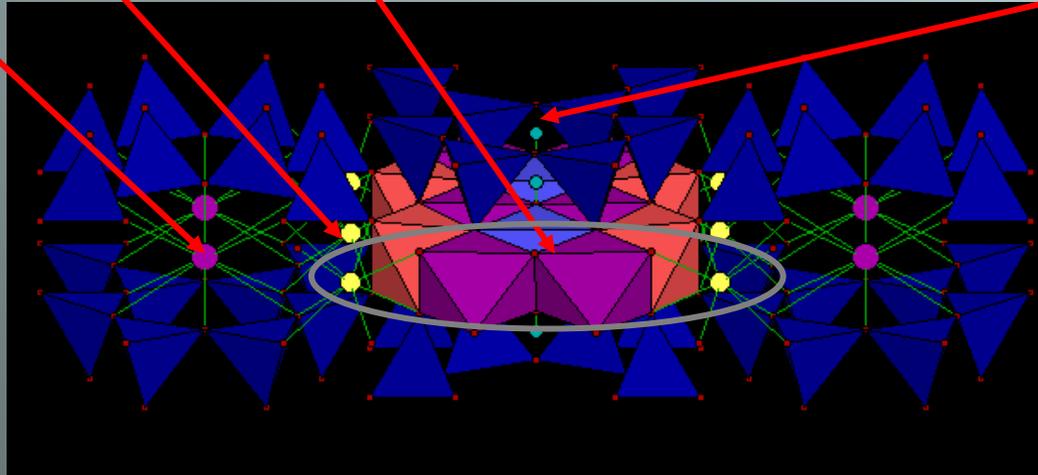
Tremolita (Mg): Dolomías o Calizas dolomíticas metamorfizadas. Mt. De rocas básicas y ultrabásicas

Actinolita (Fe): Metamorfismo de rocas básicas en bajo grado, facies de los esquistos verdes. Asociado a clorita, clinozoisita epidota y albita

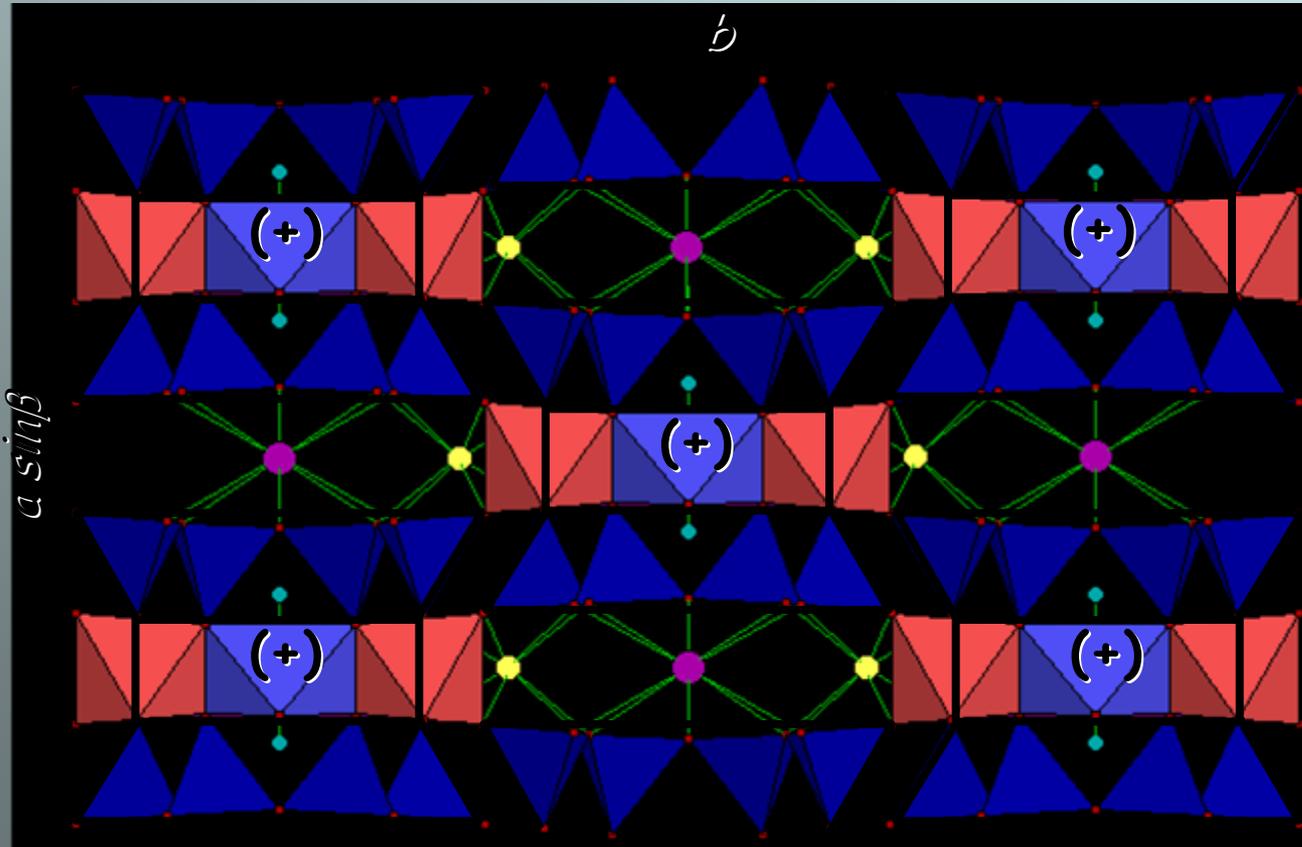
Clinoanfíboles: Anfíboles Cálccicos

De composición intermedia → Hornblendas.

$\text{NaCa}_2[(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}](\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ son un grupo complejo de minerales con una serie de sustituciones en las que el Al reemplaza cationes como el Si, Mg y Fe^{2+} .



Inosilicatos: **anfíboles** Cadenas dobles



Hornblende:
 $(\text{Ca}, \text{Na})_{2-3} (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5 [(\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{22}] (\text{OH})_2$

Igual haces -I,
que en Px
(pero dobles)

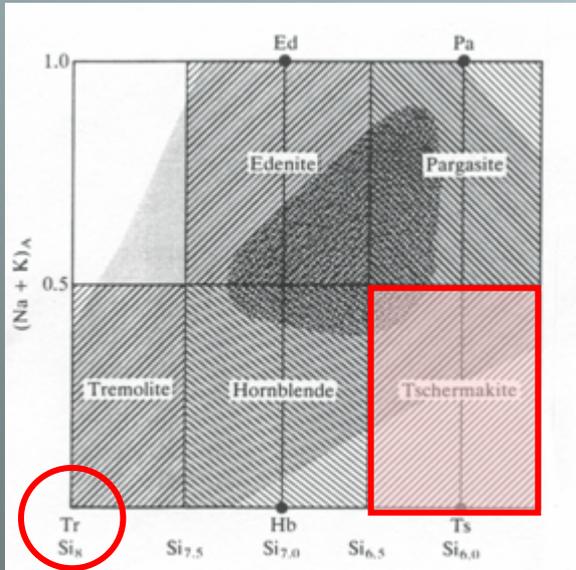
Todas son (+) en
clinoanfíboles y
alternas en
ortoanfíboles

Hornblende (001)

Si partimos de composiciones tipo TREMOLITA
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ y hay sustitución de Si
por Al, el déficit de carga puede ser
compensado por:



Tipos de Hornblenda



TSCHERMAKITA

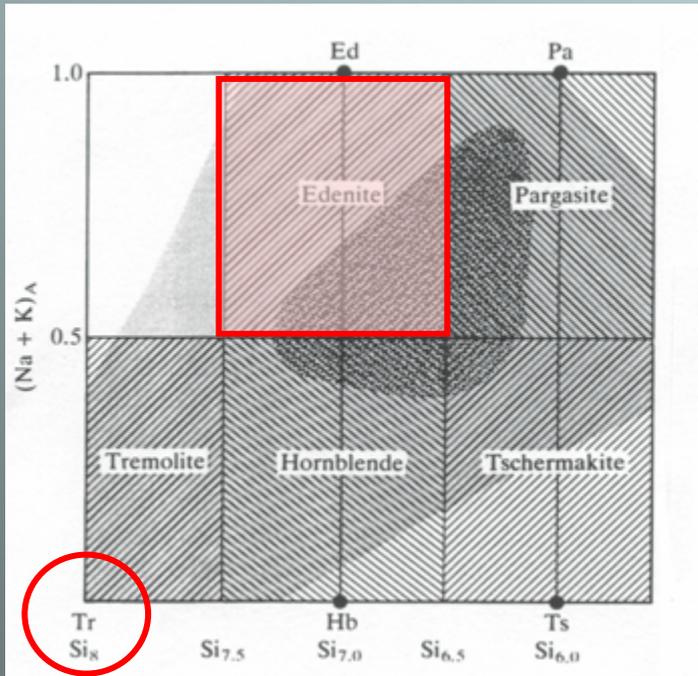
En la Tremolita se sustituyen



Composición



Tipos de Hornblenda



Edenita

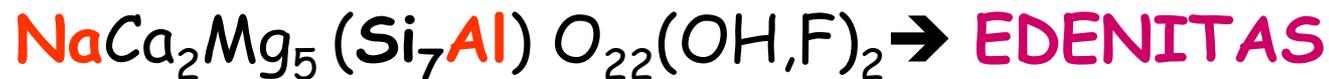
En la Tremolita se sustituyen



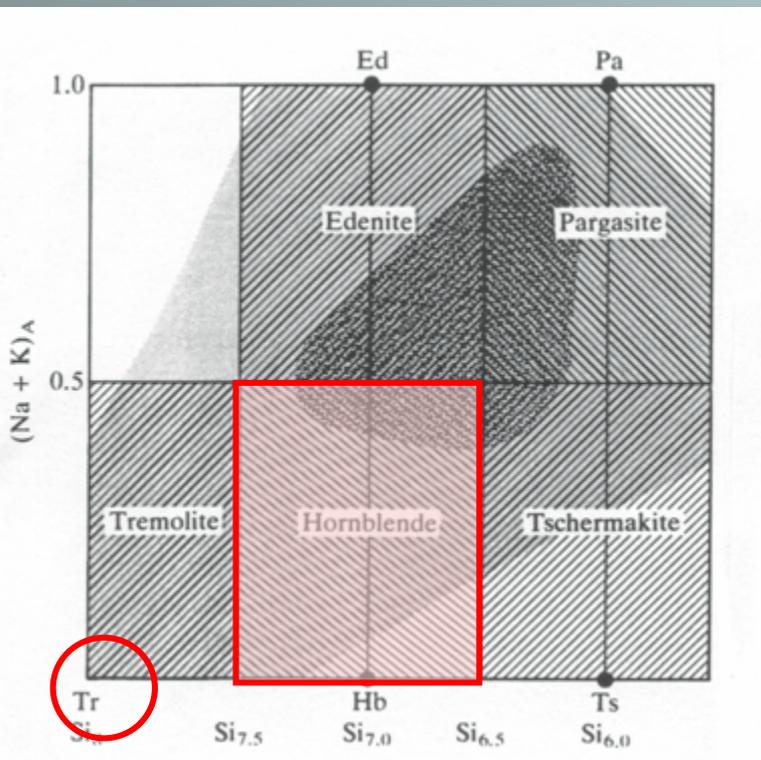
Composición



Si partimos de composiciones tipo tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



- Si partimos de composiciones tipo tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por



Hornblenda s.s.

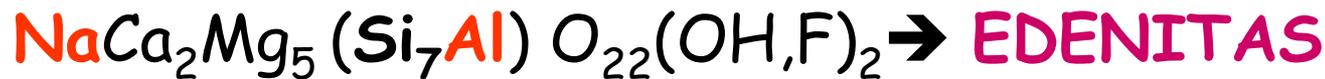
En la Tremolita se sustituye



Composición

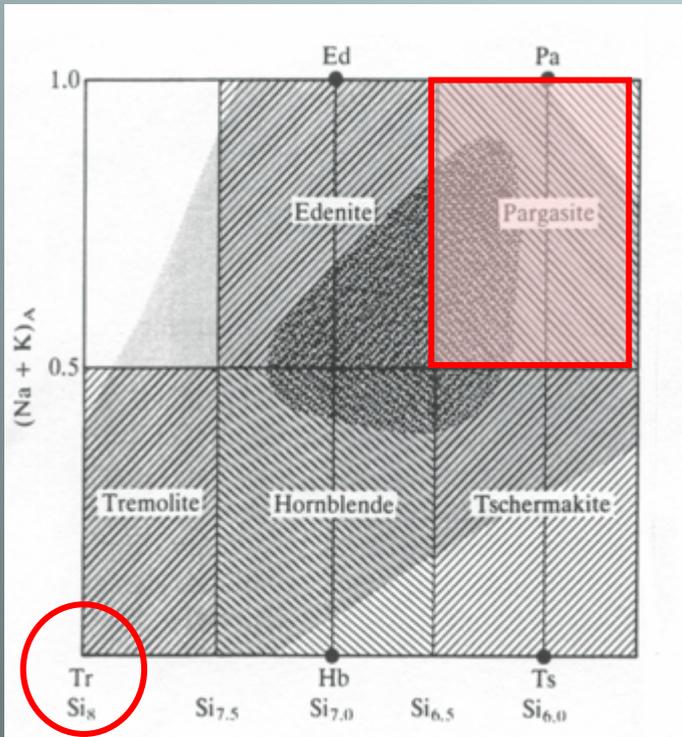


Si partimos de composiciones tipo tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



→ **HORNBLENDAS**

Tipos de Hornblenda



Pargasita

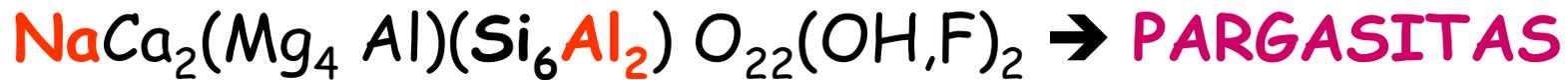
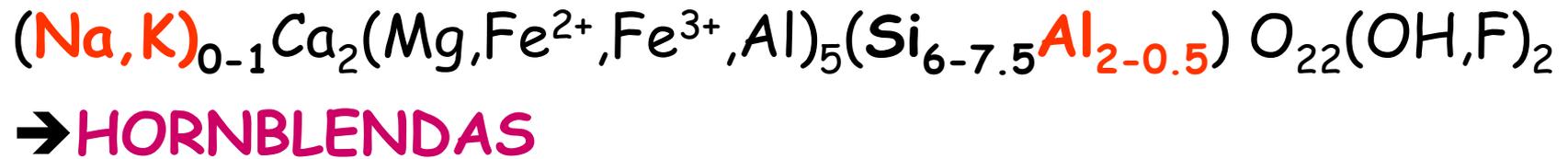
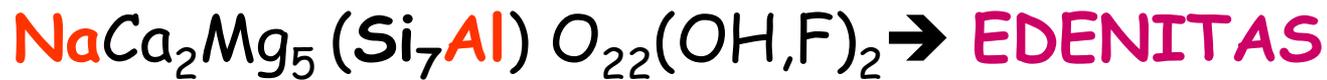
Combinación de las anteriores



Composición



Si partimos de composiciones tipo tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$ y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



Los principales procesos de exolución se dan entre miembros ricos y pobres en Ca.

- La ausencia de soluciones sólidas a baja T se debe a:
 - Sustitución de Al por Fe, Mg en M2.
 - Sustitución de Al por Si en T.
 - Presencia de Na y vacancias en A.
- Esto da lugar a procesos de desmezcla y ordenamientos.



PROPIEDADES

La hornblenda suele aparecer en cristales alargados de hábito prismático, como agregados fibrosos o aciculares.

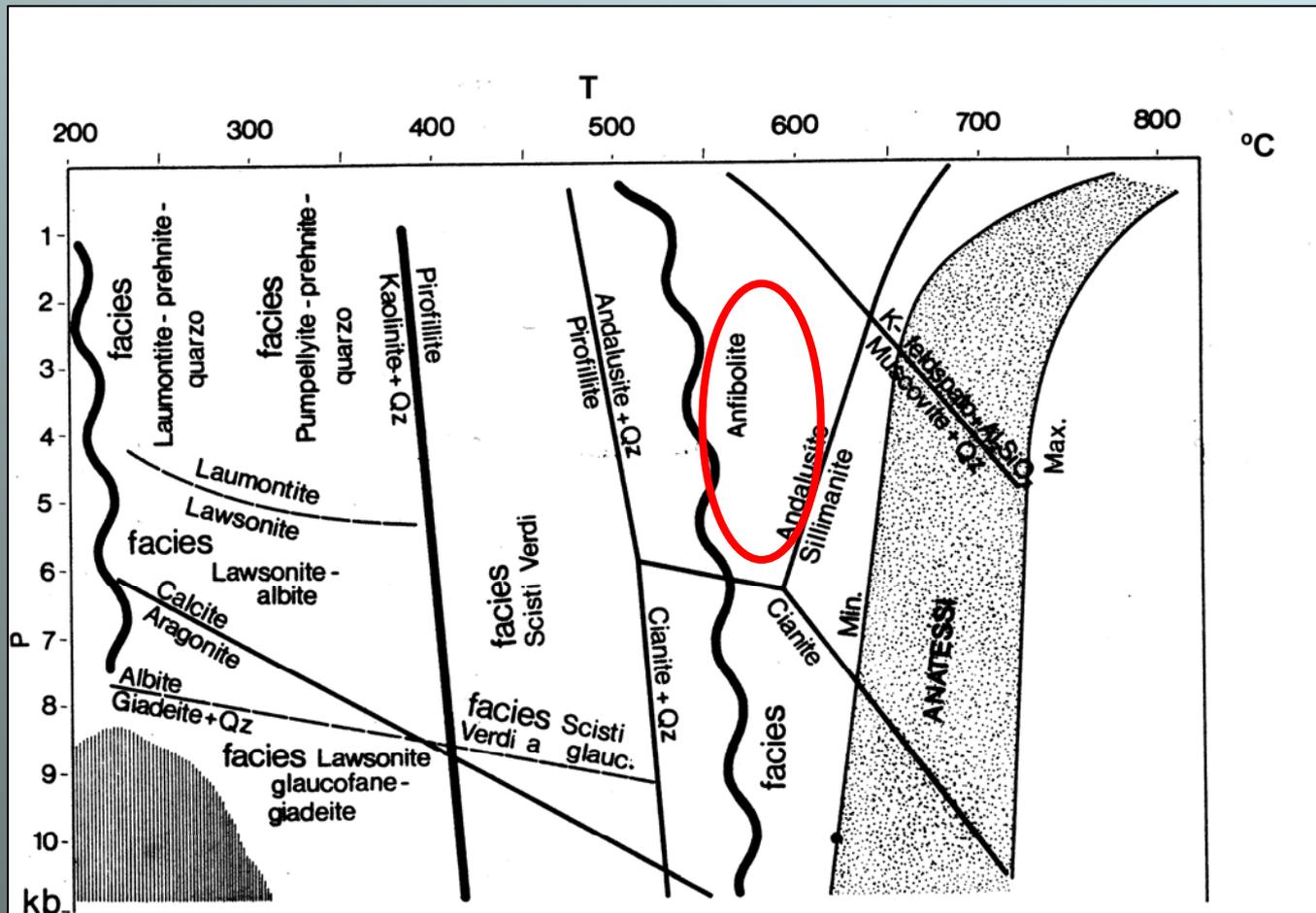


Es verde o pardo-rojiza, fuertemente pleocroica.

Las propiedades ópticas varían en función de la sustitución de Mg por Fe^{2+} , \rightarrow aumenta el índice de refracción \rightarrow disminuye el 2V.

Las hornblendas en basaltos y andesitas son ricas en Fe^{3+} , álcalis y contienen menos F.

Génesis de HORNBLENDAS



Rocas ígneas y metamórficas de grado medio-alto
(Anfibolitas)