

# CICLOSILICATOS-2: TURMALINA



**M. Rodas**  
2007-08

# GRUPO DE LA TURMALINA

La turmalina es un mineral típico de granitos, pegmatitas graníticas y venas hidrotermales de alta T, pudiendo también aparecer en algunas rocas metasomáticas y metamórficas.

La fórmula general puede escribirse como:



# VARIEDADES DE LA TURMALINA

**DRAVITA** (Turmalinas magnésicas):

$Y = \text{Mg}$ , esencialmente

**CHORLO** (Turmalinas ricas en Fe):

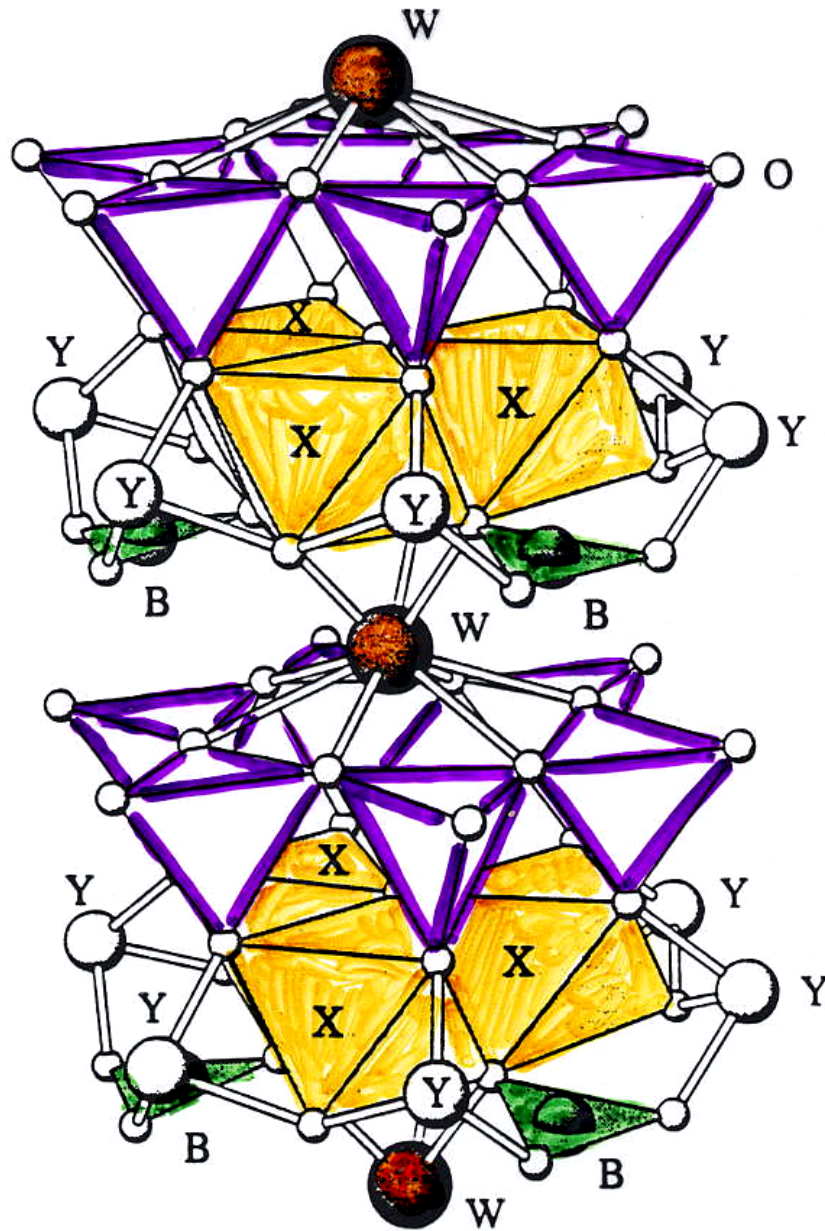
$Y = \text{Fe}^{2+}$  mayoritario

**ELBAITA** (Turmalinas alcalinas):

$Y = \text{Li}$ .

- Existe una serie continua entre dravita y chorlo.
- Y entre chorlo y elbaita.
- Pero hay una laguna de miscibilidad entre dravita y elbaita.
- → En la elbaita el anillo  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$  es hexagonal
- → En la dravita es ditrigonal
- → En el chorlo las características son intermedias entre ambas.

- Existen diferentes modelos, que difieren fundamentalmente en la simetría del anillo  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , que puede considerarse como **hexagonal o como ditrigonal**.
- La estructura tipo es la de la **Dravita**, en la cual cada tetraedro ( $\text{SiO}_4$ ) tiene dos vértices compartidos con otros tetraedros vecinos, dando lugar a un anillo de seis elementos de simetría **ditrigonal**.



Anillos → estratos sucesivos  
 → forman canales paralelos al eje c,

→ en el centro de cada uno se colocan, alternando los cationes Na y (OH). Cada Na<sup>+</sup> N.C.= 9 ó 10

→ Entre un anillo de tetraedros y el siguiente se intercalan tres grupos triangulares planos (BO<sub>3</sub>), que no están conectados entre sí, pero ocupan en parte el canal constituyendo tres "salientes" que definen un eje ternario.

X (W)= (Na, Ca)

Y (X)= (Mg, Fe, Mn, Li, Al,...)

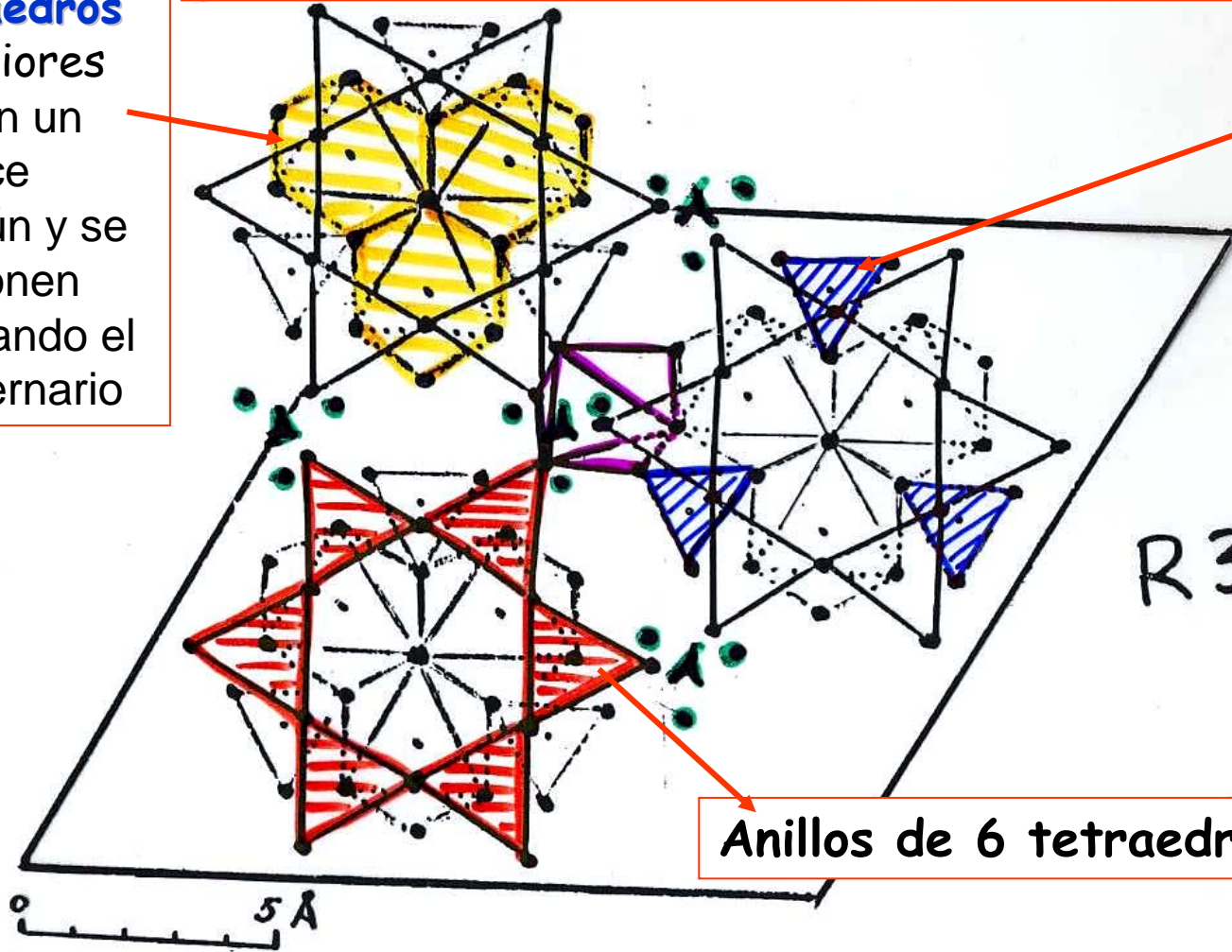
Z (Y)= (Al, Mg, Fe<sup>3+</sup>, Cr,...)

# TURMALINA : ESTRUCTURA



**Octaedros interiores** tienen un vértice común y se disponen rodeando el eje ternario

**Grupos triangulares  $BO_3$** , no están conectados entre sí, pero ocupan en parte el canal constituyendo tres "salientes" que definen un eje ternario.

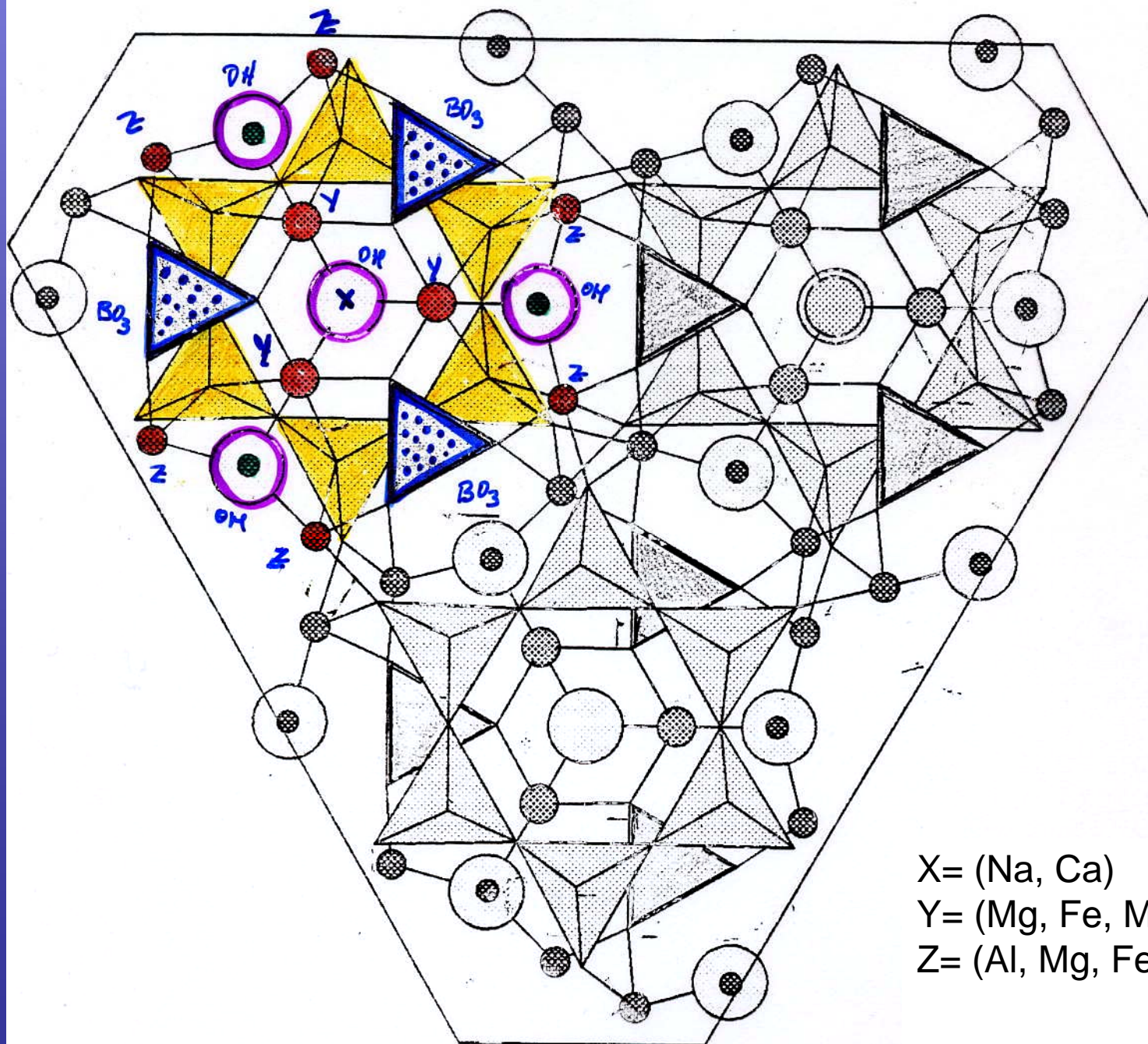


**Anillos de 6 tetraedros**

X = (Na, Ca)    Y = (Mg, Fe, Mn, Li, Al, ...)    Z = (Al, Mg, Fe<sup>3+</sup>, Cr, ...)

Octaedros centrales

Octaedros periféricos



→ Los anillos  $\text{Si}_6\text{O}_{18}$  y los tres grupos  $(\text{BO}_3)$  están unidos a través de octaedros  $[\text{MgO}_4(\text{OH})_2]$  y  $[\text{AlO}_5(\text{OH})]$  // c y a través de otros octaedros  $[\text{AlO}_5(\text{OH})]$  según las otras direcciones.

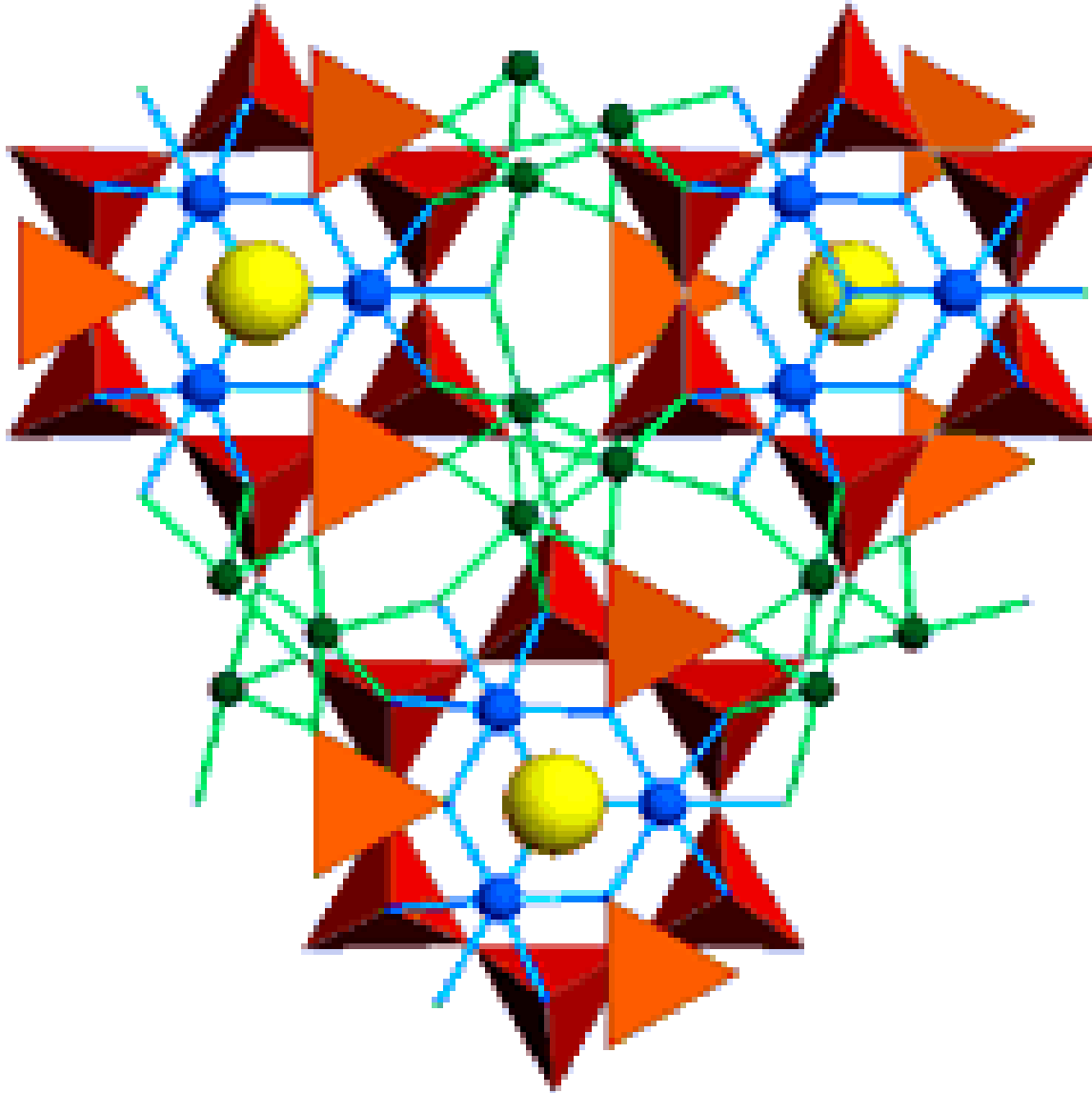
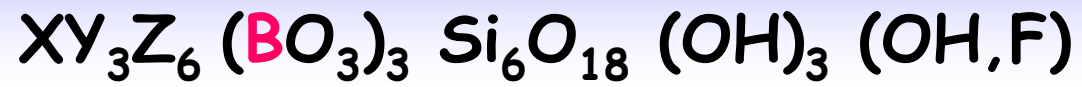
X= (Na, Ca)

Y= (Mg, Fe, Mn, **Li**, Al,...)

Z= (Al, Mg,  $\text{Fe}^{3+}$ , Cr,...)



# TURMALINA :ESTRUCTURA



- **En resumen:**
- **Tetraedros  $\text{SiO}_4$ :** Cada tetraedro comparte dos oxígenos formando un anillo hexagonal (ditrigonal).
- **9 octaedros:** 3 centrales (Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ , Al, Li) con un vértice común
- **6 periféricos** (Al,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ), más distorsionados.
- **3 grupos triangulares  $\text{BO}_3$ .**
- **Huecos X,** en el centro de los anillos, con  $\text{NC}=9$  ó  $10$ .
- Los O,OH, y F( centro de los anillos alternan con los cationes grandes)
- Esta disposición orientada de los tetraedros y grupos triangulares es la causa de la piezoelectricidad y de la piroelectricidad mostrada por la turmalina.

- **Grupo de la turmalina (14 fases)**

- Buergerite:  $\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]\text{O}_3\text{F}$

- Chromdravite:  $\text{NaMg}_3(\text{Cr}^{3+}, \text{Fe}^{3+})_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Dravite:  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Elbaite:  $\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Feruvite:  $\text{Ca}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Foitite:  $[\text{Fe}_2(\text{Al}, \text{Fe})]\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Liddicoatite:  $\text{Ca}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3\text{F}$

- Magnesiofoitite:  $[(\text{Mg}_2(\text{Al}, \text{Fe}^{3+}))]\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Olenite:  $\text{Na}(\text{Al}, \text{Li})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]\text{O}_3(\text{OH})$

- Povondraite:  $\text{NaFe}_3\text{Fe}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]\text{O}_3(\text{OH})$

- Rossmannite:  $[\text{LiAl}_2]\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Schorl:  $\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Uvite:  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3[\text{Al}_5\text{Mg}](\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- Vanadiumdravite:  $\text{NaMg}_3\text{V}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH})_3(\text{OH})$

- En algunas variaciones composicionales se



ni

en

# ZONACIÓN EN TURMALINAS



	X	Y	Z
Elbaite	Na	Al,Li	Al
Olenite	Na	Al	Al
Dravite	Na	Mg	Al
Schorl	Na	Fe <sup>2+</sup>	Al
Tsilaisite	Na	Al,Mn	Al
Buergerite	Na	Fe <sup>3+</sup>	Al
Liddicoatite	Ca	Li,Mg	Al
Uvite	Ca	Mg	Al,Mg
Feruvite	Ca	Fe <sup>2+</sup>	Al,Fe <sup>3+</sup> ,Mg
—	Ca	Mn	Al,Mn
Ferridravite	Na	Mg	Fe <sup>3+</sup>
Chromdravite	Na	Mg	Cr

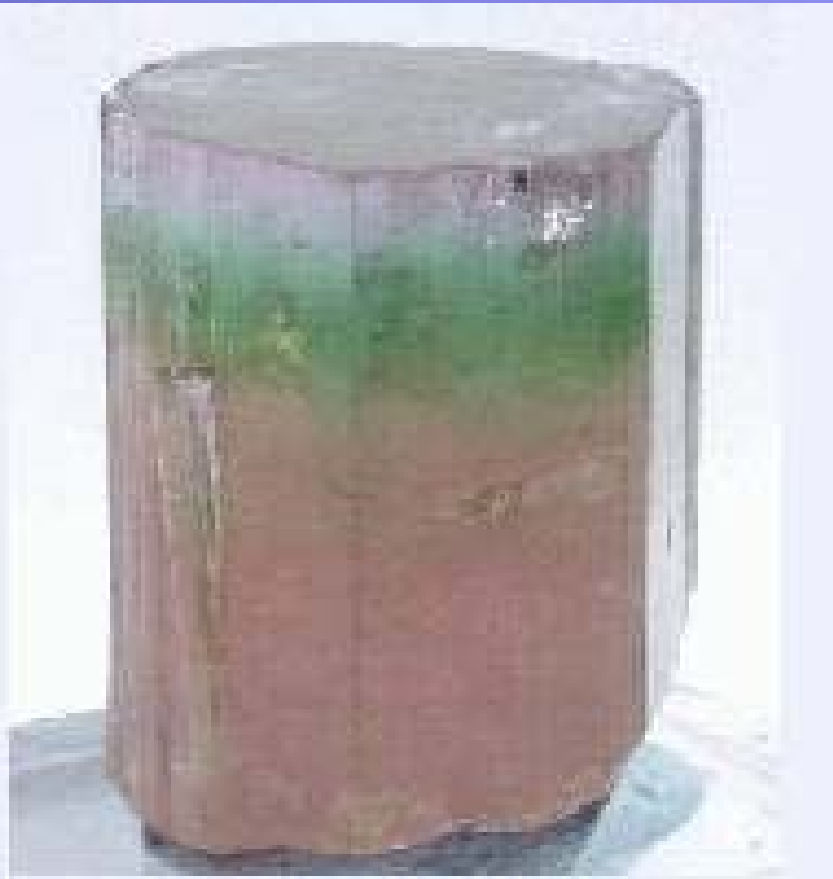
- Variedades ricas en Fe → **negras. (Chorlo)**





- Las **dravitas** varían de **pardo** oscuro a **amarillo pálido** (el color es más oscuro cuanto mayor es el contenido en Fe)





Las **elbaitas** tienen tonos **azulados** (indigolita), **verdosos** (verdelita),

•Rosas o incoloras.  
(rubelitas)



# PROPIEDADES

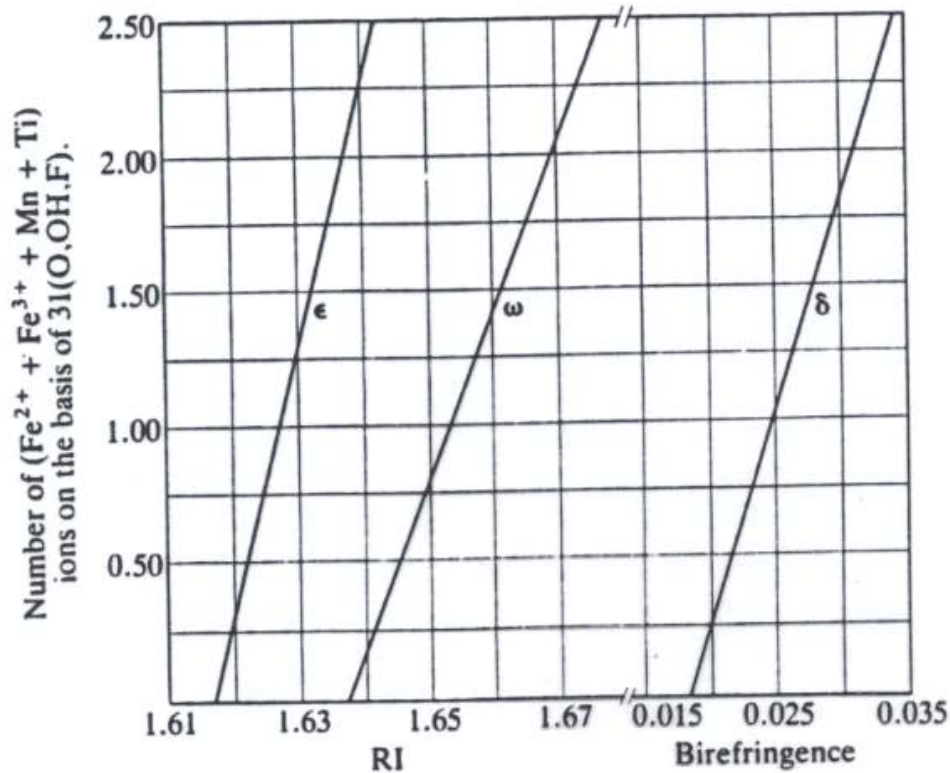
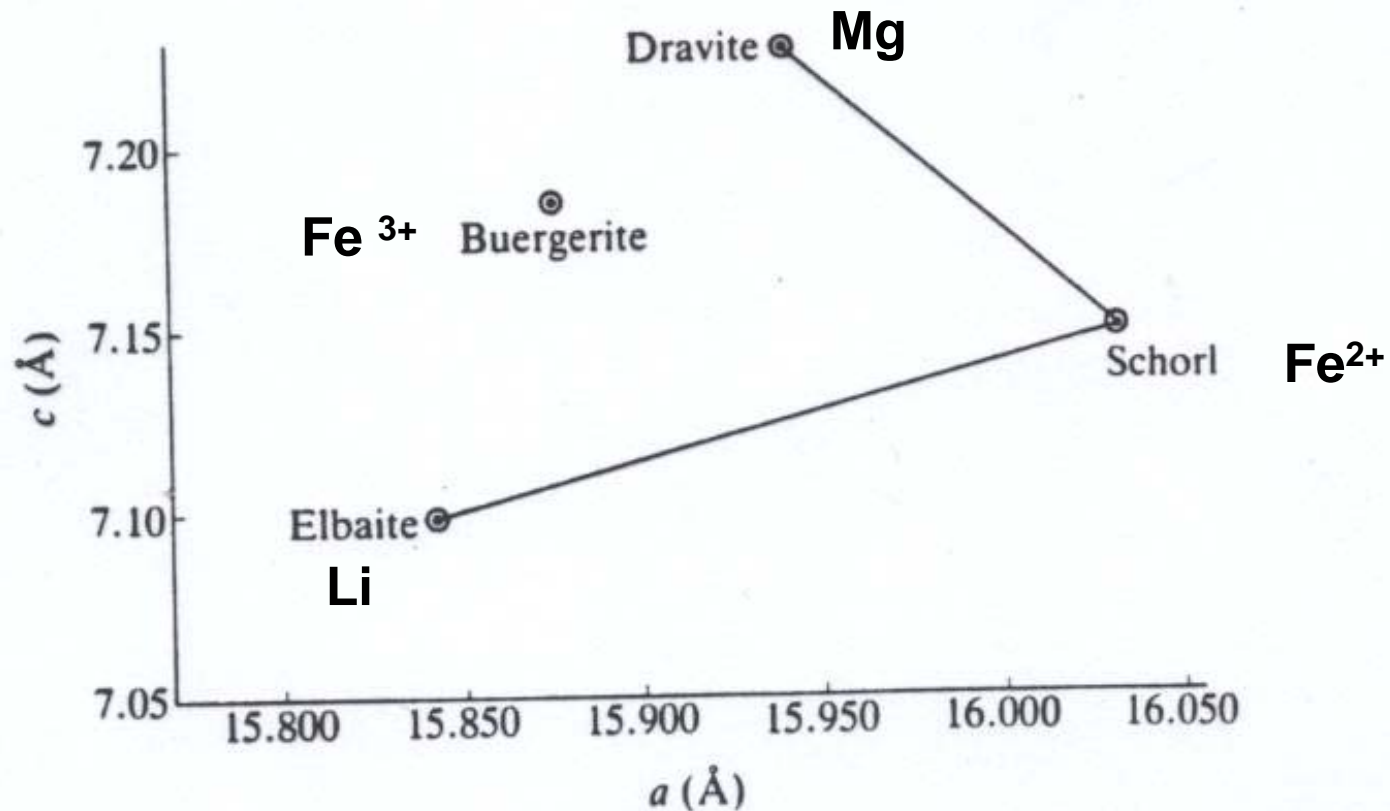


Fig. 49 Optical properties of tourmaline in relation to the number of  $(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn} + \text{Ti})$  ions on the basis of 31 (O,OH,F).

Los índices de refracción, la birrefringencia y la densidad aumentan a medida que lo hace el contenido en  $(\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn} + \text{Ti})$

El pleocroísmo más intenso en las variedades ricas en hierro.

# Variación de los parámetros de celdilla con la composición



**Fig. 48** Tourmaline cell dimensions (after Epprecht, W., 1953, *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 33, 481–505).

# GÉNESIS

- Granitos, pegmatitas graníticas y venas hidrotermales de alta T.
- En rocas metasomáticas y metamórficas.
- En rocas graníticas las turmalinas son generalmente de la serie **chorlo-elbaita**, ricas en Fe.
- En pegmatitas pueden aparecer turmalinas líticas.
- Dravitas → En rocas metamórficas
- En sedimentos detríticos, usándose para establecer la procedencia de los sedimentos.

