

# Sistematica Mineralogica

di Francesco Princivalle

## CLASSIFICAZIONE MINERALI (STRUNZ, 1941)

La classificazione è stata fatta sia su base chimica che strutturale.

CLASSE: 1 ELEMENTI NATIVI  
2 SOLFURI  
3 ALOGENURI  
4 OSSIDI  
5 CARBONATI  
6 BORATI  
7 SOLFATI  
8 FOSFATI  
9 SILICATI  
10 COMPOSTI ORGANICI

SPECIE: fase che possiede composizione chimica e struttura ben individuata.

VARIETA': entro una specie vi possono essere delle "piccole" differenze compositive, tali però da non comportare l'istituzione di una nuova specie.

SERIE: insieme di specie legate da relazioni di isomorfismo.

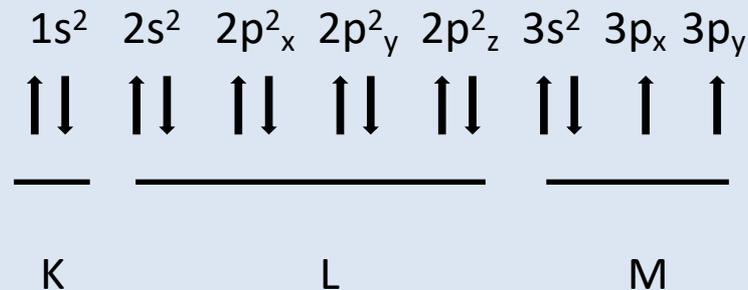
GRUPPO: insieme di specie non legate da stretti rapporti di isomorfismo.

# I silicati costituenti fondamentali delle rocce



# SILICATI

Unità base dei silicati è il tetraedro  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ . Il Si va in coordinazione tetraedrica. Legame ionico + covalente (R.I. –  $sp^3$ ).  $\Delta E=1.7 \rightarrow 50\%$ .



- Tetraedri isolati o polimerizzati
- Sostituzioni isomorfe
- Posizioni reticolari:
 

Z= Si, Al	Tetraedrica IV
Y= Al, $\text{Fe}^{3+}$ , Mg, $\text{Fe}^{2+}$	Ottaedrica VI
X= K, Na, Ca	varie: $\geq$ VI

# Classificazione MACHATSHKI e BRAGG (1930)

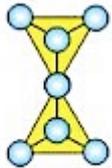
Su base strutturale: modalità di polimerizzazione dei tetraedri

NESOSILICATI:	$[\text{SiO}_4]^{4-}$	
SOROSILICATI:	$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$	
CICLOSILICATI:	$[\text{Si}_n\text{O}_{3n}]^{2n-}$	
INOSILICATI:	$[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$	$[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$
FILLOSILICATI:	$[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$	
TECTOSILICATI:	$[\text{SiO}_2]$	

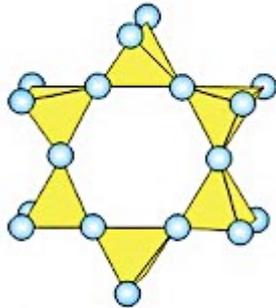
Su base chimica: entro ciascuna sottoclasse



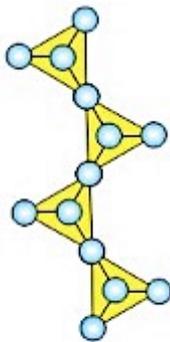
Tetraedro  
indipendente  
( $\text{SiO}_4$ )<sup>4-</sup>



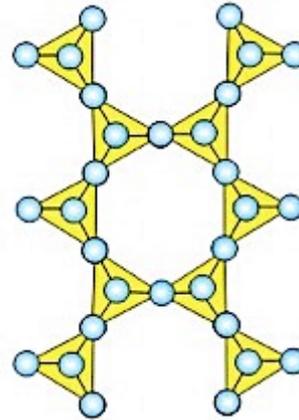
Unità  
di due tetraedri:  
( $\text{Si}_2\text{O}_7$ )<sup>6-</sup>



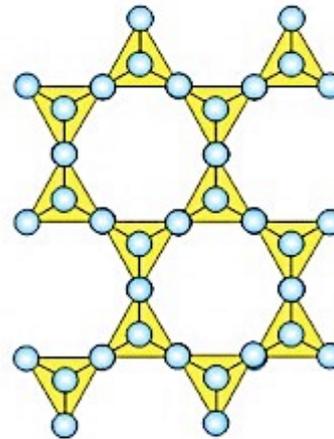
Anello di  
6 tetraedri  
( $\text{Si}_6\text{O}_{18}$ )<sup>12-</sup>



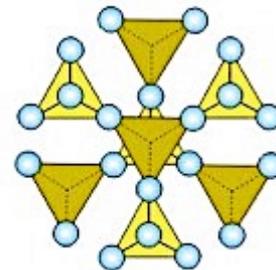
Catena infinita  
semplice di  
tetraedri:  
( $\text{Si}_2\text{O}_6$ )<sup>4-</sup>



Catena infinita  
doppia  
di tetraedri:  
( $\text{Si}_4\text{O}_{11}$ )<sup>6-</sup>



Foglio di  
tetraedri esteso  
infinitamente:  
( $\text{Si}_2\text{O}_5$ )<sup>2-</sup>



Rete di tetraedri  
estesa nelle  
3 dimensioni  
( $\text{SiO}_2$ )<sup>0</sup>

E' la classe mineralogica più importante, dato che i silicati costituiscono circa il 90% della Crosta Terrestre. Rappresentano circa il 25% dei minerali conosciuti con grossomodo 500 specie.

Genesi:

- Magmatica: minerali delle rocce (stadio ortomagmatico: olivine, pirosseni, anfiboli, miche, feldspati, quarzo; stadio pegmatitico: berillo, tormalina, quarzo, feldspati e miche; stadio idrotermale: quarzo, argille).
- Metamorfica: granati, cianite, sillimanite, andalusite.
- Sedimentaria: argille, zeoliti, quarzo.

# Proprietà fisiche:

Densità: da 4.35 (Fayalite) a 2.44 (Leucite)

Durezza 5-8 1-6

Sfaldatura

Indici di rifrazione

# NESOSILICATI

## OLIVINE

Rombiche Bipiramidali

Pbnm Z=4

$a_0 = 4.8 \text{ \AA}$

$b_0 = 10.2 \text{ \AA}$

$c_0 = 6.0 \text{ \AA}$

$\text{Mg}_2\text{SiO}_4$

Forsterite

$\text{Fe}_2\text{SiO}_4$

Faialite

$\text{CaMgSiO}_4$

Monticellite

$\text{CaFeSiO}_4$

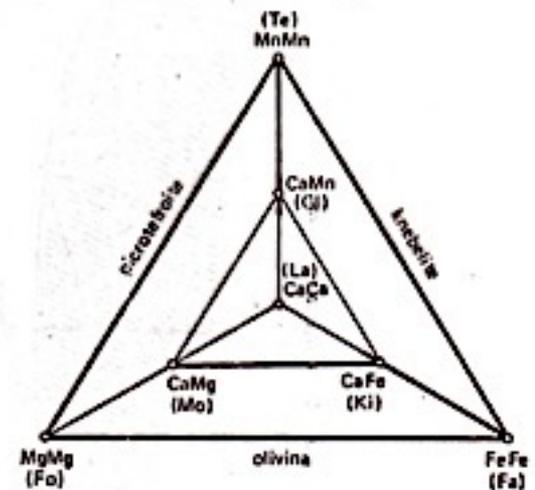
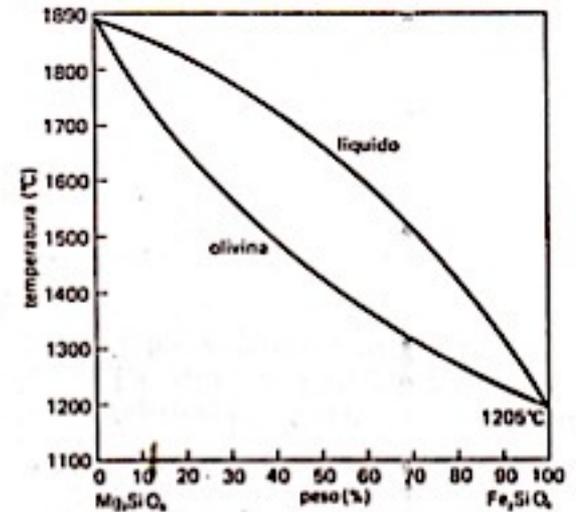
Kirsteinite

$\text{Ca}_2\text{SiO}_4$

Larnite

$\text{CaMnSiO}_4$

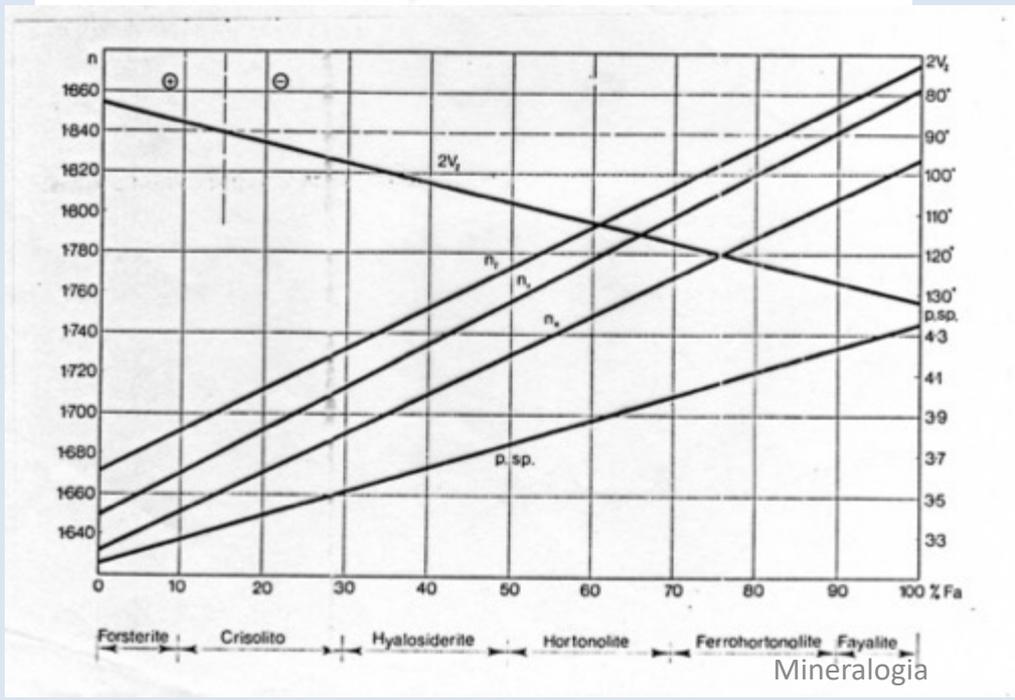
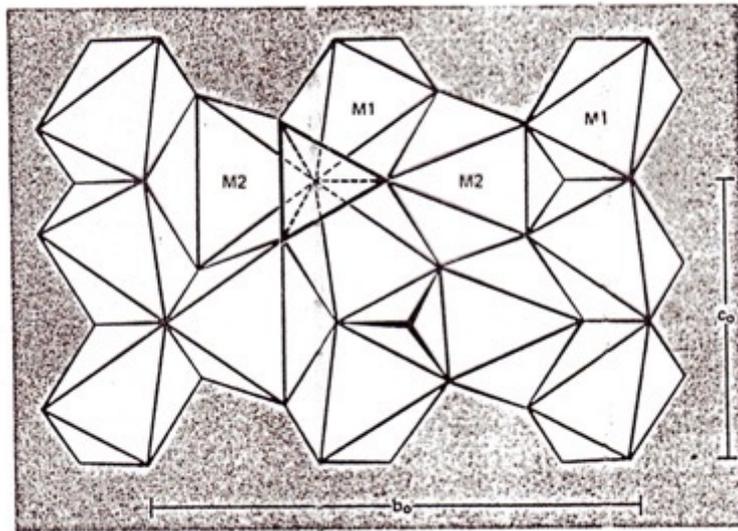
Glaucocroite



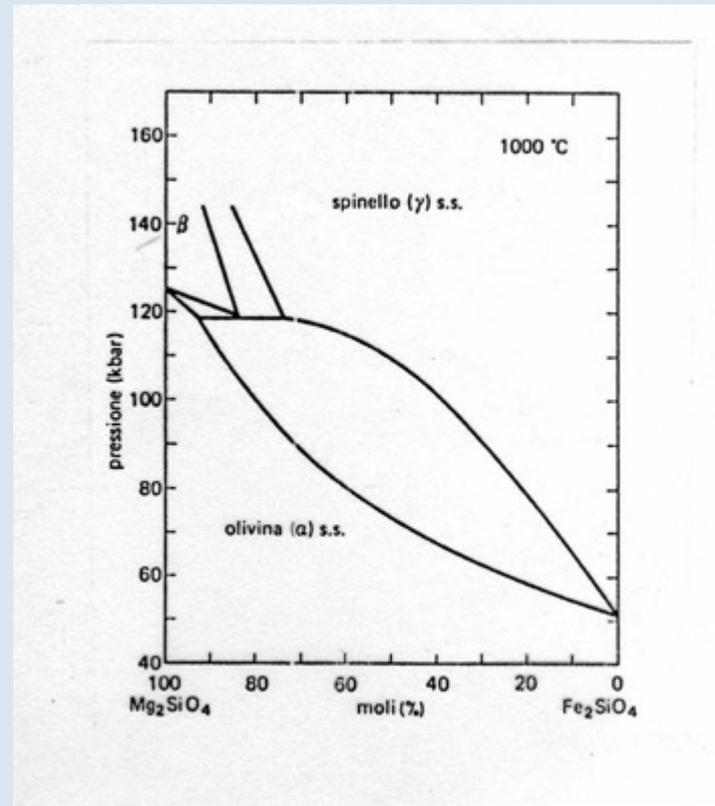
# NESOSILICATI

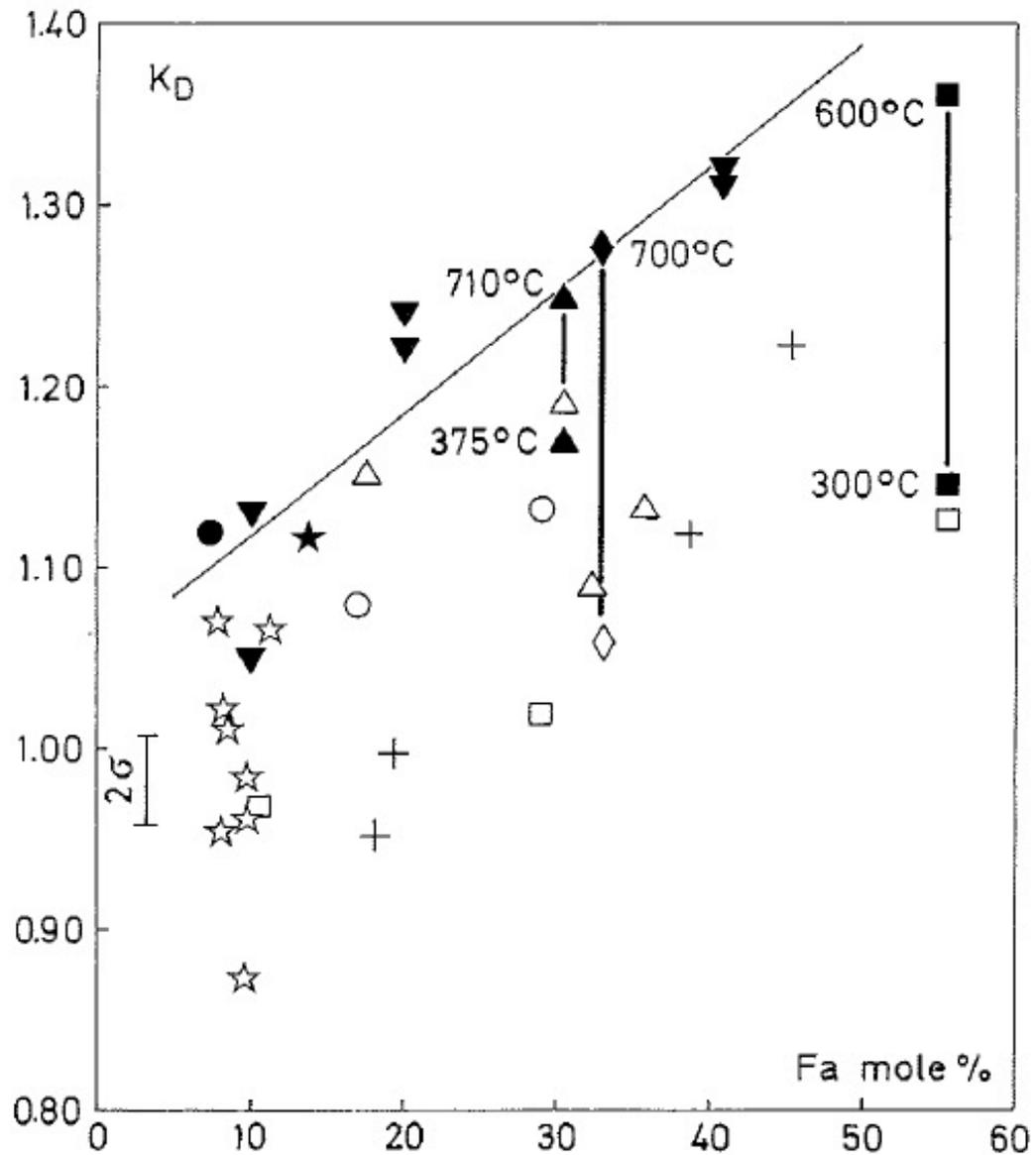


# NESOSILICATI



Mineralogia





# NESOSILICATI GRANATI

Cubici esacisottrici       $Ia\bar{3}d$        $Z=4$        $X_3Y_2(ZO_4)_3$

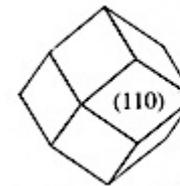
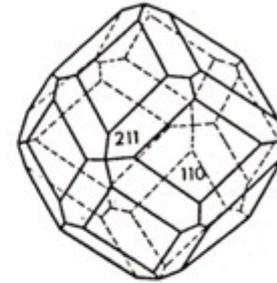
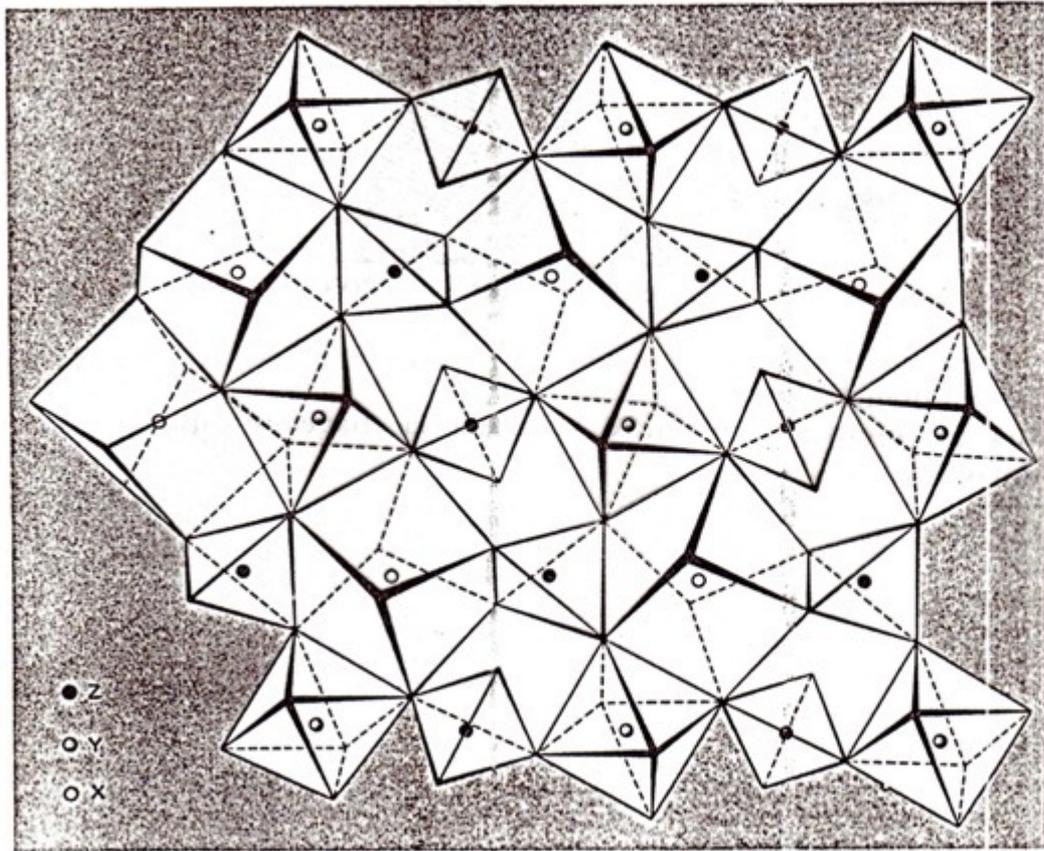
## Serie piralspitica:

		$a_0$	Colore
PIROPO	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	11.46 Å	ROSSO
ALMANDINO	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	11.53 Å	ROSSO BRUNO
SPESSARTINA	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	11.62 Å	ARANCIO

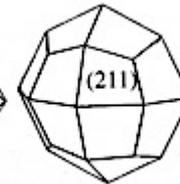
## Serie ugranditica:

GROSSULARIA	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	11.84 Å	GIALLO-ARANCIO
ANDRADITE	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	11.99 Å	NERO
UVAROVITE	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	12.06 Å	VERDE

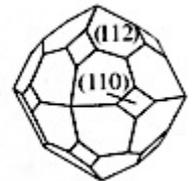
# NESOSILICATI



(a)



(b)



(c)



SPECIÁLNÍ



*Budvar*

15° Granát

JIHOČESKÉ PIVOVARY N.P. Č. BUDĚJOVICE

# NESOSILICATI

**ZIRCONO:**  $\text{ZrSiO}_4$       Ditetragonale bipiramidale

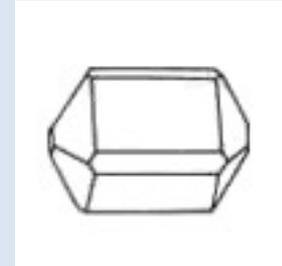
La struttura è composta da tetraedri isolati uniti da dodecaedri  $\text{ZrO}_8$  disposti secondo delle catene.

Solitamente sono presenti atomi radioattivi quali U, Th, Y, Hf. Il loro decadimento porta a una alterazione del minerale chiamata stato metamittico.

I cristalli sono usualmente prismatici, con elevata durezza e birifrangenza, e presentano colori variabili dall'incolore all'azzurro. Varietà gemma: giacinto.

E' un minerale accessorio di rocce magmatiche e metamorfiche ed è usato per le datazioni.

# NESOSILICATI



# NESOSILICATI

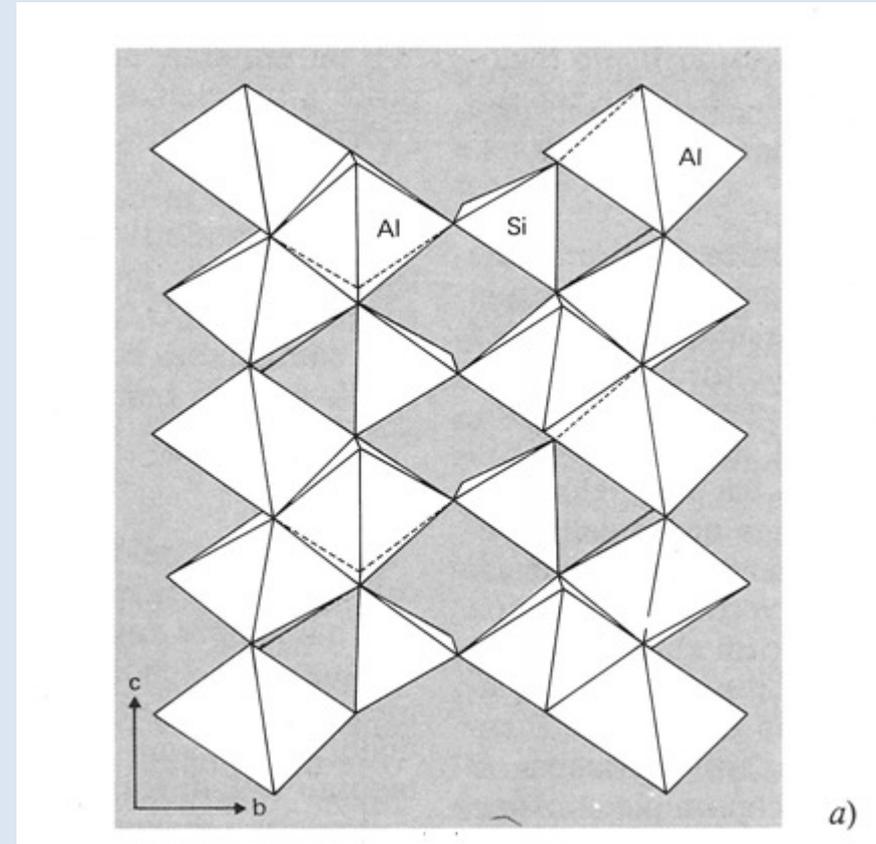
Silicati anidri di Al:  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$

## *CIANITE*

Triclina Pinacoidale con ottima sfaldatura, durezza variabile (5.5-7).

Di colore azzurro con pleocroismo in sezione sottile dall'incolore al blu.

Metamorfismo regionale di medie temperature e alte pressioni su rocce pelitiche.



# NESOSILICATI

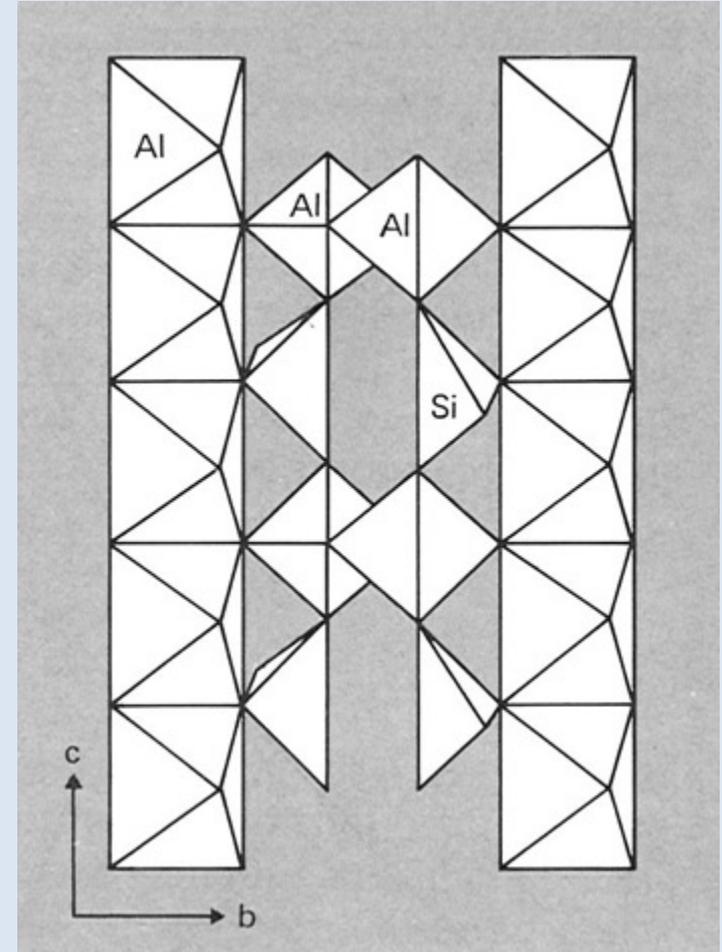
Silicati anidri di Al:  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$

## *ANDALUSITE*

Rombica bipyramidale con buona sfaldatura e durezza costante ( $\approx 7$ ).

Colore dal bianco al rosato con pleocroismo in sezione sottile. Varietà con inclusioni carboniose: chiastolite.

Metamorfismo spesso di contatto su rocce pelitiche-argillose.



# NESOSILICATI

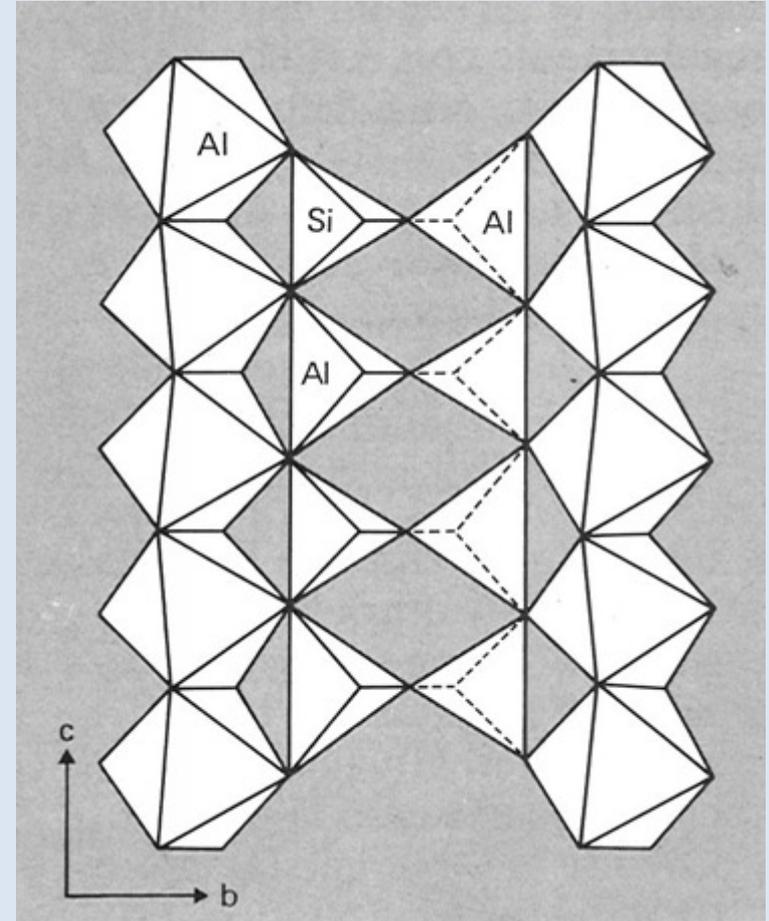
Silicati anidri di Al:  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$

## *SILLIMANITE*

Rombica bipiramidale, buona sfaldatura, durezza elevata ( $\approx 7$ ).

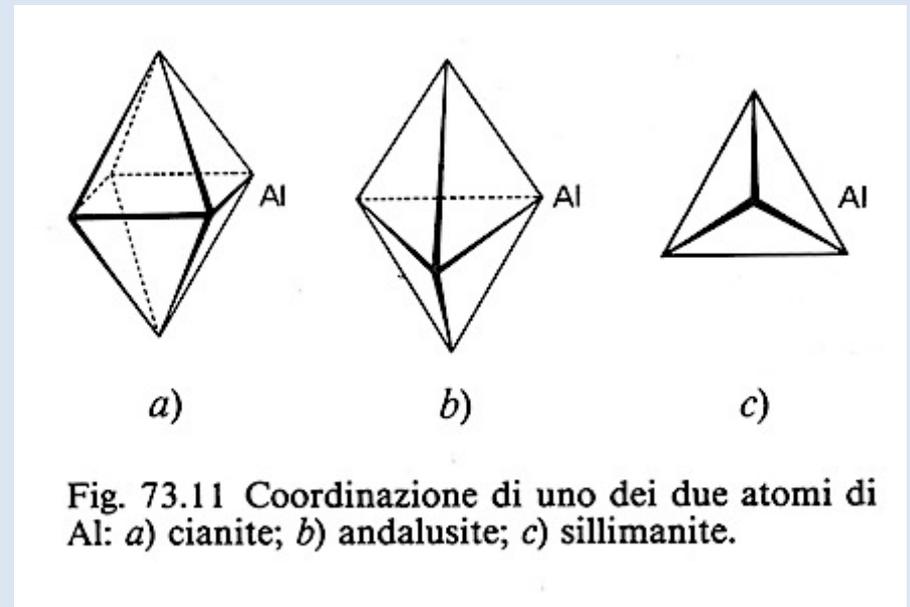
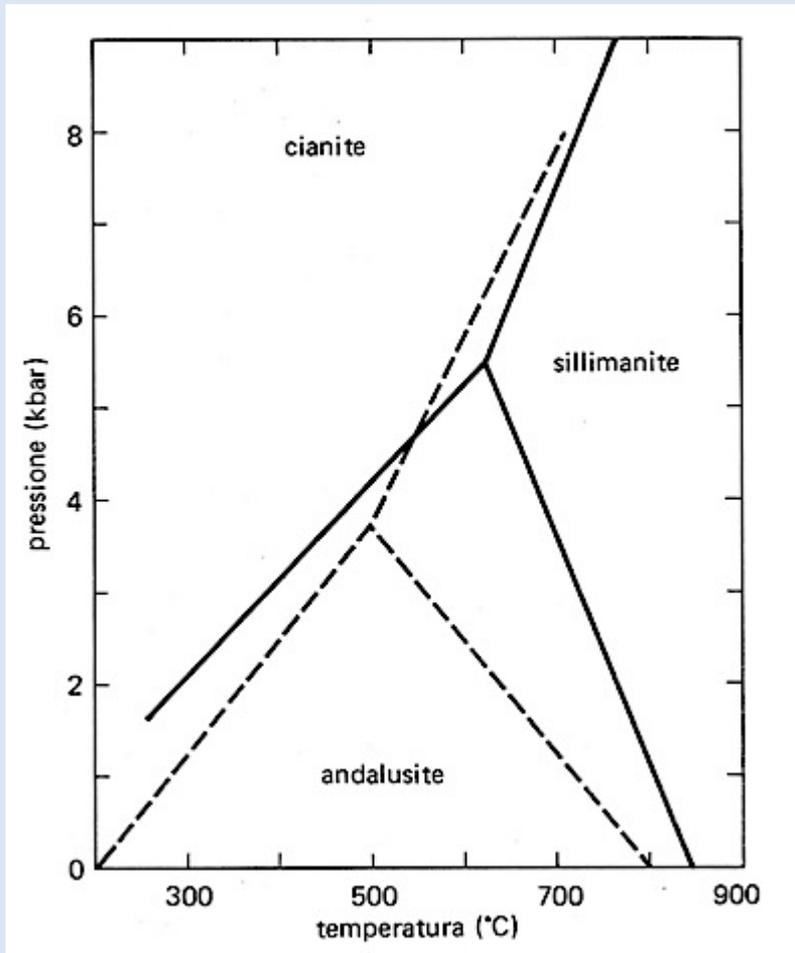
Colore dal bianco all'incolore al giallo. Può essere considerata un inosilicato.

Metamorfismo termico e regionale di alto grado su rocce pelitiche.



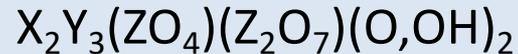
# NESOSILICATI

## Silicati anidri di Al: $\text{Al}_2\text{SiO}_5$



# SOROSILICATI

Gruppo degli **EPIDOTI**: monoclini e rombici.



Clinozoisite:  $\text{Ca}_2\text{AlAl}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$       Incolore

Pistacite:  $\text{Ca}_2\text{FAl}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$       Verde

Piemontite:  $\text{Ca}_2\text{MnAl}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$       Rosso

Ortite:  $(\text{Ca, Ce, La})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$       Nera

Struttura: tetraedri isolati e gruppi  $(\text{Si}_2\text{O}_7)$  collegati da catene di ottaedri  $\text{Al-O}_6$ , da ottaedri isolati con vari cationi, e da poliedri cubici distorti  $\text{Ca-O}_8$ .

Genesi: metamorfismo termico o regionale.

Saussuritizzazione: alterazione dei plagioclasti con formazione di Albite+Epidoto a Ca.

Decadimenti: frequenti i decadimenti metamittici.

# CICLOSILICATI

**BERILLO:**       $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$       DIESAGONALE BIPIRAMIDALE

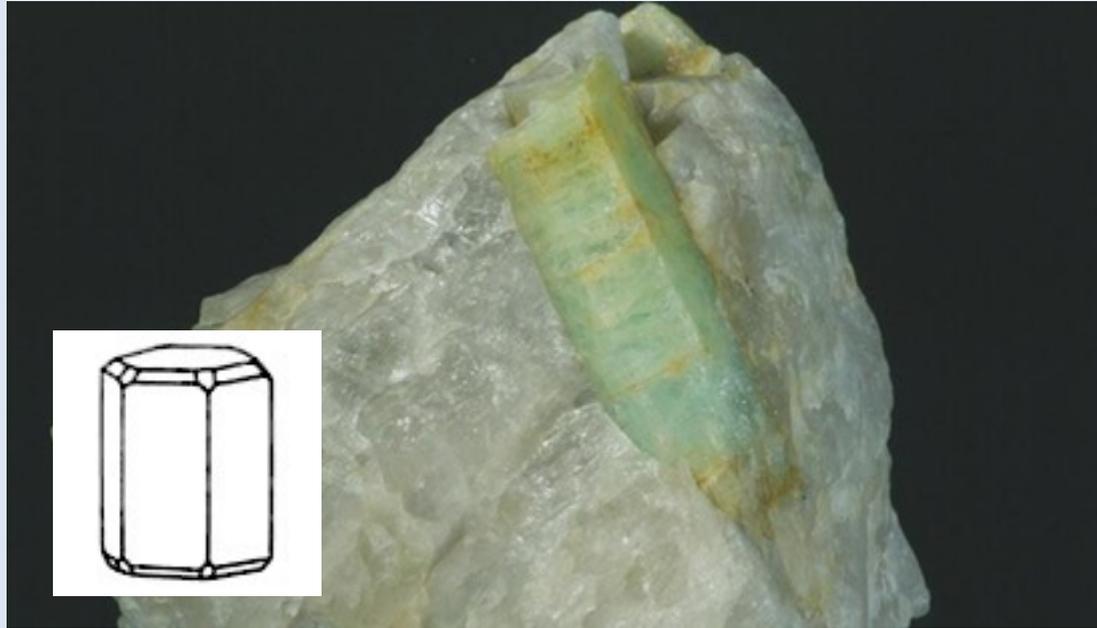
Struttura: anelli a 6 tetraedri uniti da tetraedri di Berillio e ottaedri di Alluminio

Morfologia: habitus prismatico

Genesi: pegmatitica.

Varietà: smeraldo (verde), acquamarina (azzurra), morganite (rosa), eliodoro (giallo-verde)

# CICLOSILICATI



# CICLOSILICATI

**TORMALINA:**  $\text{NaR}_3\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH},\text{F})_4$  Ditrigonale piramidale

Cristalli ad abitus prismatico con diversa terminazione (asse 3 polare).

Genesi: pegmatitica.

Varietà: shorl (nera), elbaite (rosa), dravite (giallo-nera), spesso cristalli policromi.



# INOSILICATI

Inosilicati a  
catena  
semplice:  
PIROSSENI



# Inosilicati a catena semplice: PIROSSENI

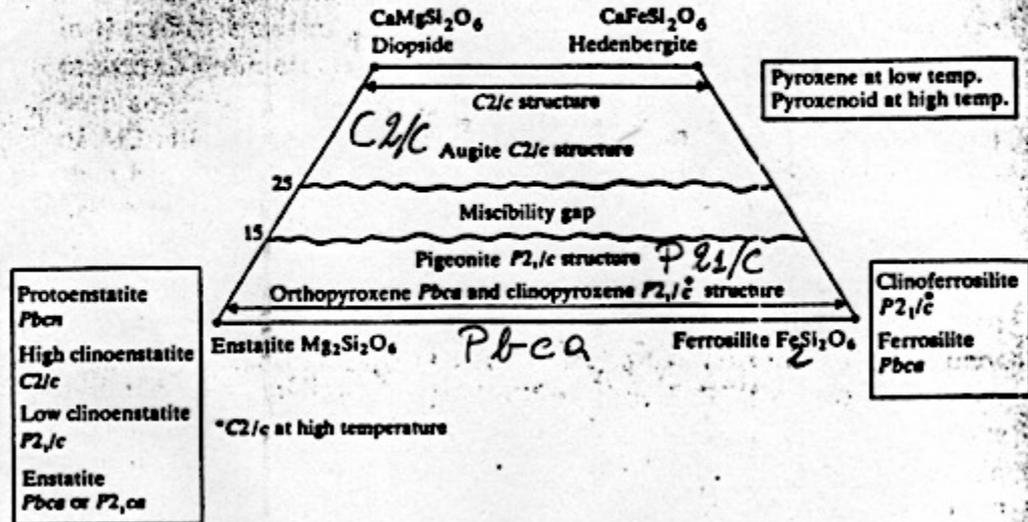
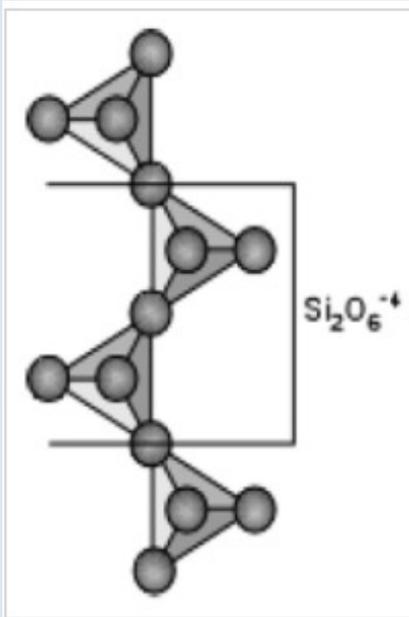


Fig. 55 Illustration of structural relationships among pyroxenes in the diopside-hedenbergite-enstatite-ferrosilite quadrilateral.

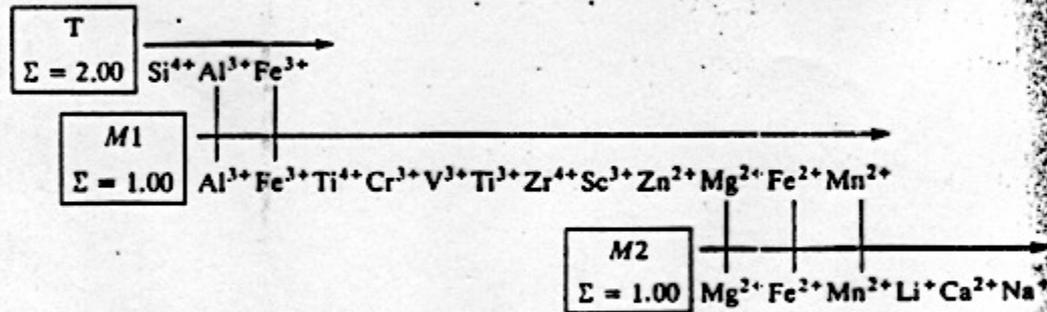


Fig. 56 Flow chart showing ideal site occupancy and order of assigning atoms to T, M1 and M2 sites of pyroxene structure (after Morimoto, M., 1988, *Min. Mag.*, 52, 535-50).

# Clinopirosseni

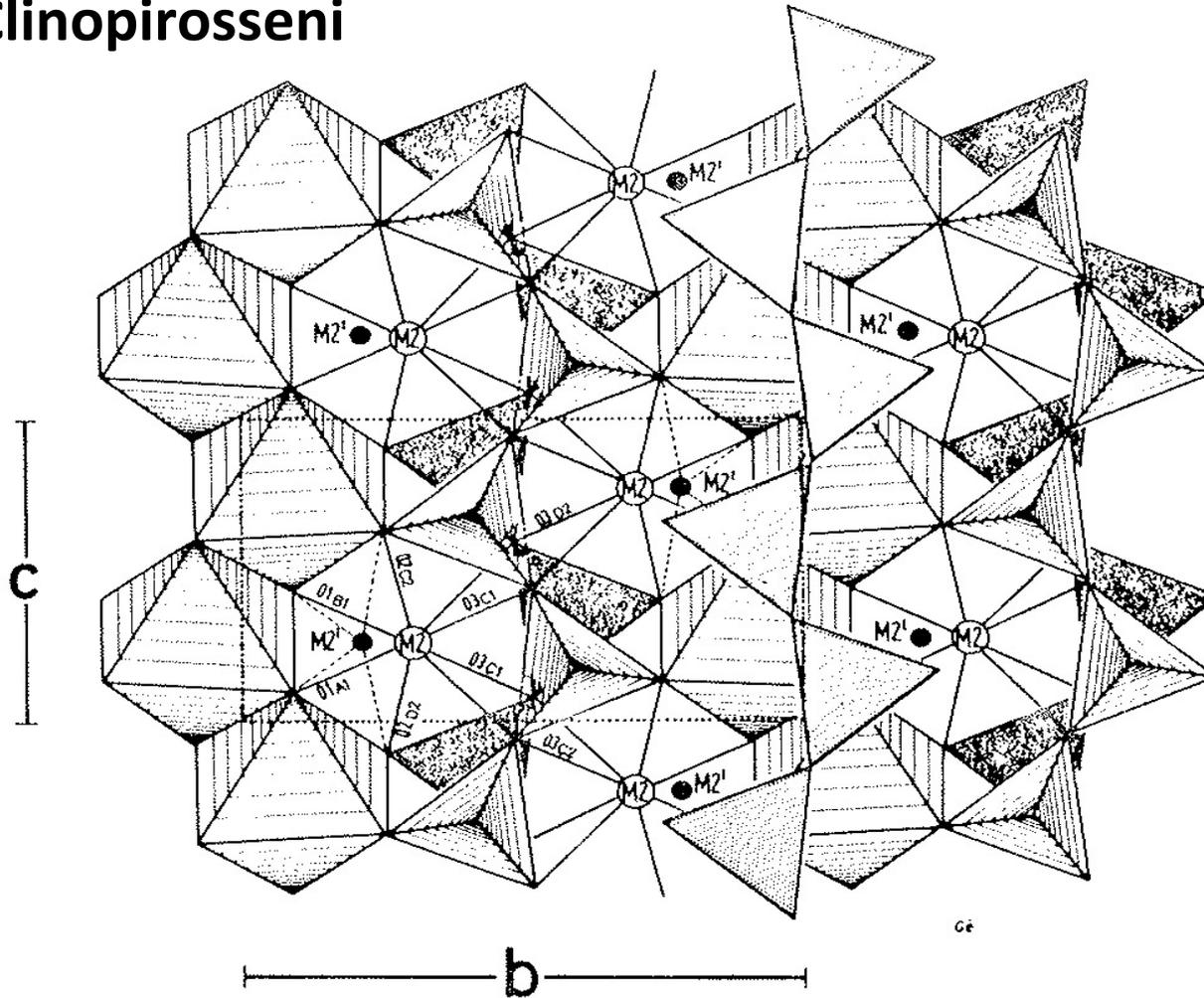
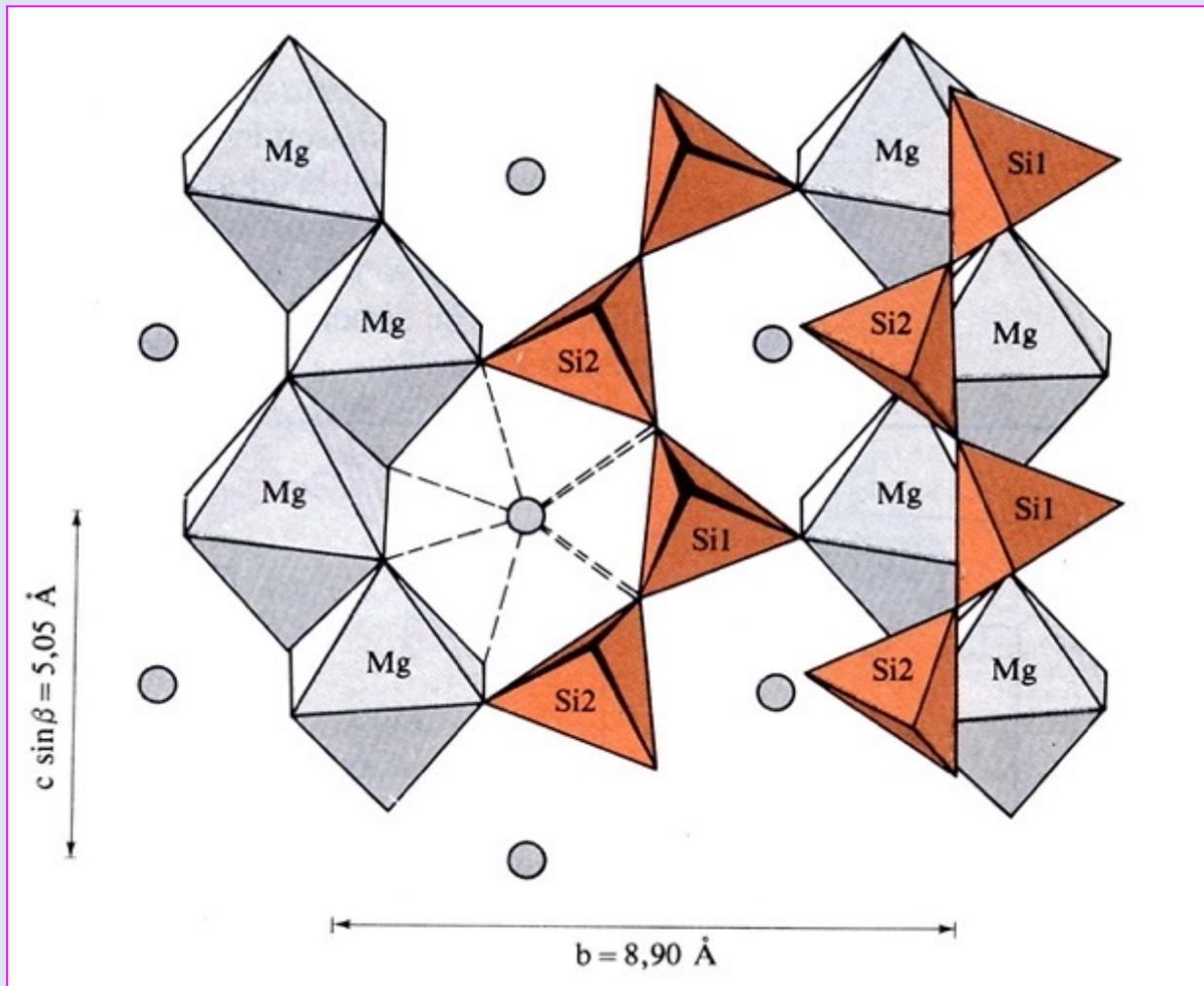


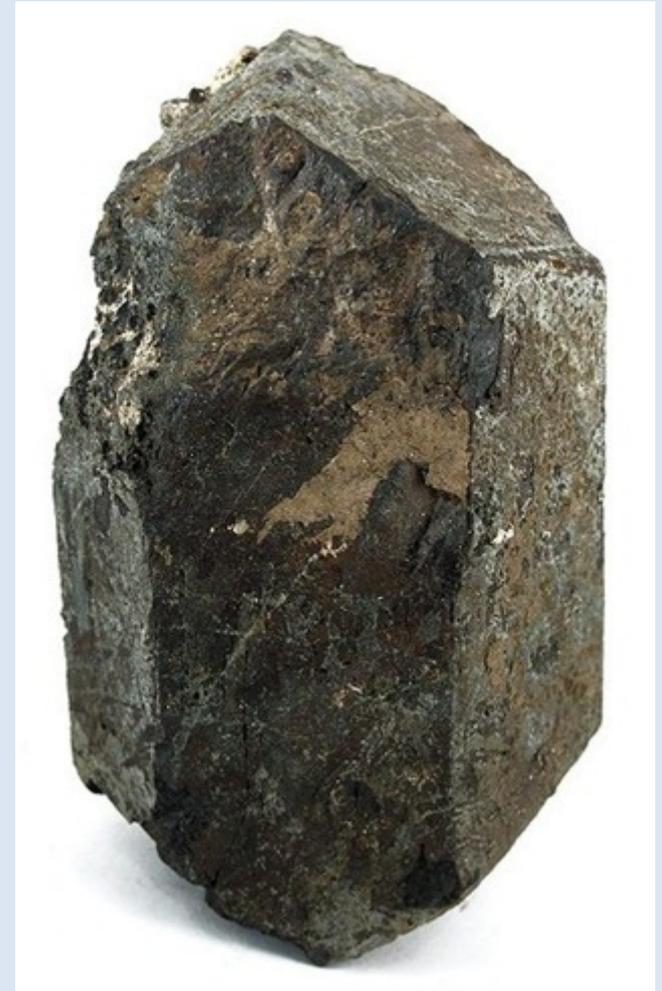
Fig. 3. The crystal structure of  $C2/c$  clinopyroxene projected on to (100) plane. Atom nomenclature after Burnham *et al.* (1967). The geometry of the new  $M2'$  site as determined in this paper has been added to the diagram.

# Clinopirosseni

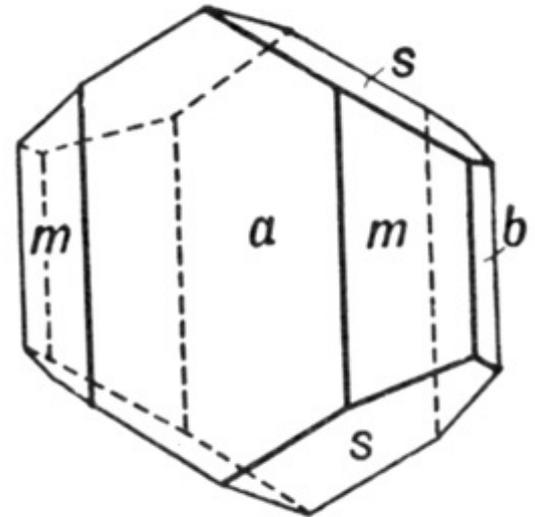
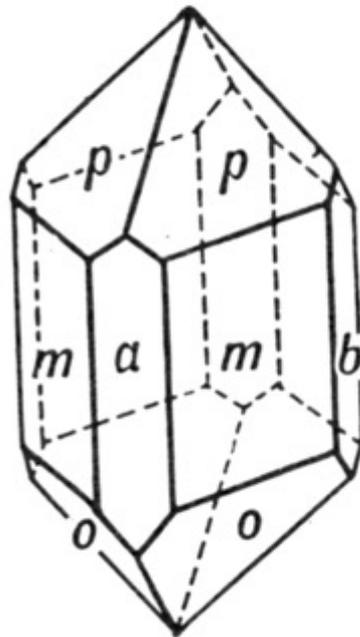
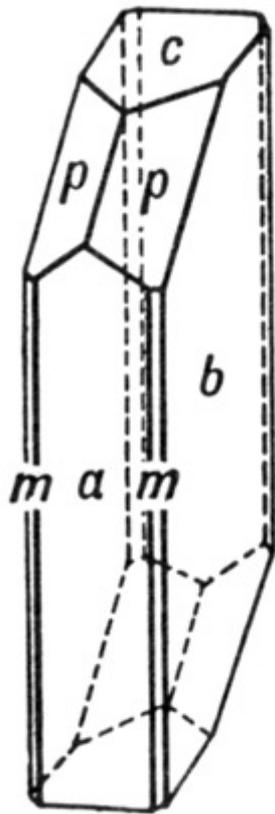


Le **augiti** sono monocline e presentano ampie sostituzioni, possono essere ricche in Al.

Sono molto frequenti, e sono i costituenti essenziali di rocce ignee basiche, ma anche ultrabasiche e in rocce metamorfiche di alto grado. Durezza 6, densità 3, colore verde fino a nero



# Morfologia augiti combinazioni di pinacoidi e prismi



# Giadeite

$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$  presente in rocce metamorfiche di alta pressione. Di colore verde o verde azzurra si presenta generalmente in masse granulari



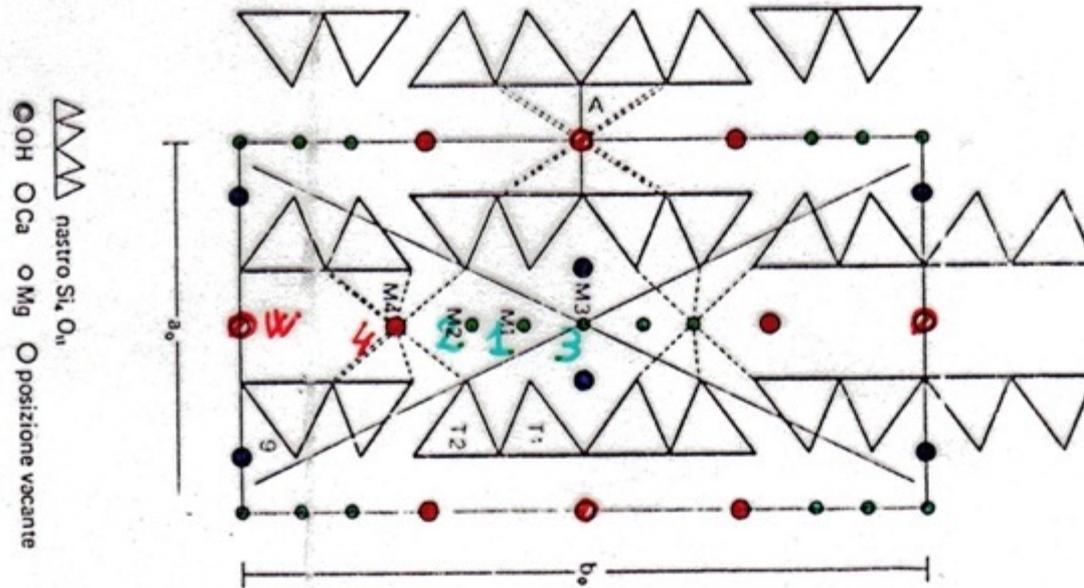
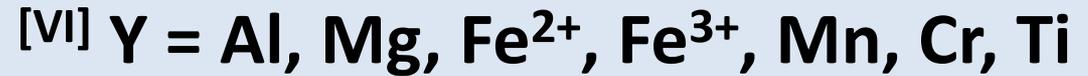
# Spodumene

- $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  si rinviene nelle pegmatiti granitiche in grossi cristalli
- Presenta due varietà la ***hiddenite*** dal colore verde smeraldo e la ***kunzite*** di colore lilla. Entrambe usate come gemme
- La ***kunzite*** presenta in maniera vistosa il fenomeno del pleocroismo



# INOSILICATI

Inosilicati a  
catena  
doppia:  
ANFIBOLI

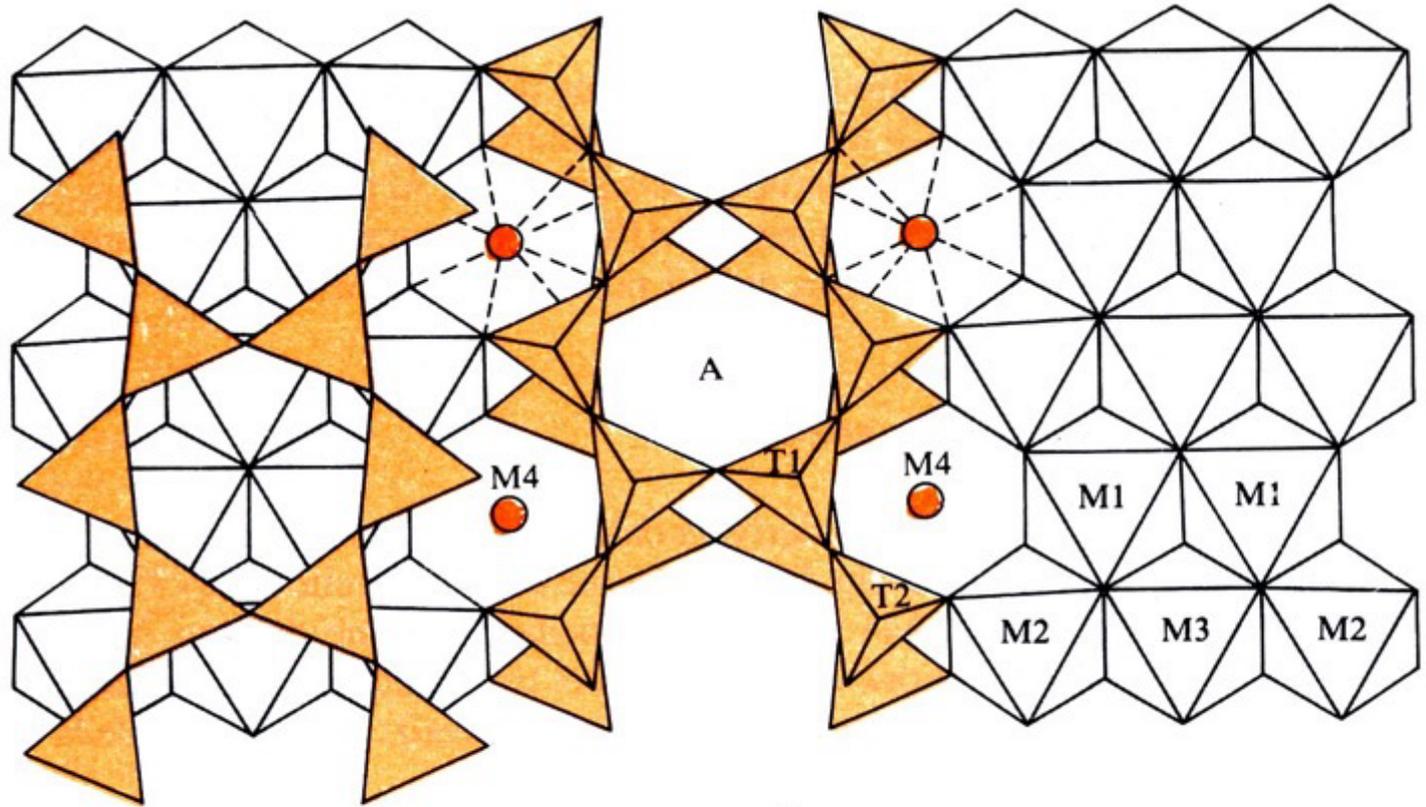


## TREMOLITE

- OH
- M4 - Ca
- W - Vacante
- M1-M2-M3
- Mg

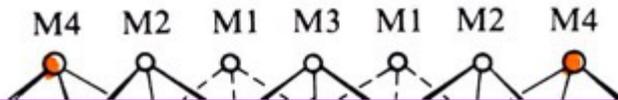
(a)

$c = 5,28 \text{ \AA}$



$b = 18,05 \text{ \AA}$

- O, OH
- M4(Ca, Na)
- M1, M2, M3 (Fe, Mg, Al)
- T1, T2 (Si)



Inosilicati a  
catena  
doppia:  
ANFIBOLI

Tab. 75.II - Classificazione degli anfiboli\*

		W	X	Y	Z		
Ca + Na < 1,33 Anfiboli a Fe-Mg	<i>Antofillite</i>		Mg <sub>7</sub>		Si <sub>8</sub>	} rombici	<i>Pnma</i>
	Gedrite		Mg <sub>5</sub> Al <sub>2</sub>		Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub>		
	Holmquistite		Li <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>		Si <sub>8</sub>	} monoclini	
	Cummingtonite		Mg <sub>7</sub>		Si <sub>8</sub>		
	Grunerite		Fe <sub>7</sub>		Si <sub>8</sub>		
Ca + Na > 1,33 Ca > 0,67 Anfiboli a Ca	<i>Tremolite</i>		Ca <sub>2</sub>	Mg <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub>	} orneblende	<i>C2/m</i>
	<i>Fe-actinolite</i>		Ca <sub>2</sub>	Fe <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub>		
	Tschermackite		Ca <sub>2</sub>	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub>		
	Edenite	Na	Ca <sub>2</sub>	Mg <sub>5</sub>	Si <sub>7</sub> Al		
	<i>Pargasite</i>	Na	Ca <sub>2</sub>	Mg <sub>4</sub> Al	Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub>		
	Kaersutite	Na	Ca <sub>2</sub>	Mg <sub>4</sub> Ti	Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub>		
Ca < 0,67 Anfiboli a Na-Ca	Winchite		CaNa	Mg <sub>2</sub> Al	Si <sub>8</sub>	} orneblende	<i>C2/m</i>
	Barrossite		CaNa	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Si <sub>7</sub> Al		
	Richterite	Na	CaNa	Mg <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub>		
	Katophorite	Na	CaNa	Mg <sub>4</sub> Al	Si <sub>7</sub> Al		
	Taramite	Na	CaNa	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub>		
Na > 1,33 Anfiboli a Na	<i>Glaucofane</i>		Na <sub>2</sub>	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Si <sub>8</sub>	} orneblende	<i>C2/m</i>
	<i>Riebeckite</i>		Na <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> <sup>2+</sup> Fe <sub>2</sub> <sup>3+</sup>	Si <sub>8</sub>		
	Eckermanite	Na	Na <sub>2</sub>	Mg <sub>4</sub> Al	Si <sub>8</sub>		
	<i>Arfvedsonite</i>	Na	Na <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup>	Si <sub>8</sub>		

\* In corsivo i termini più importanti.

# Orneblende

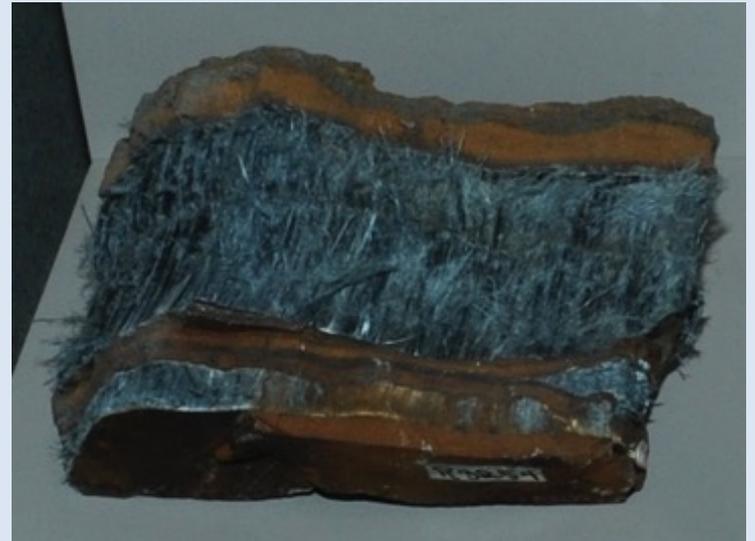
- Le **orneblende** sono anfiboli comuni presenti in tutte le **rocce intrusive**, dai graniti alle dioriti, ai gabbri, alle peridotiti; è presente nelle **rocce metamorfiche** ed è tipica delle anfiboliti; è presente nelle **rocce effusive** soprattutto nelle andesiti e si presenta colorata di un intenso colore bruno ed è detta **orneblenda basaltica**.
- Presenta un habitus prismatico combinazione di prismi e pinacoidi. Presentano pleocroismo dal giallo al verde.



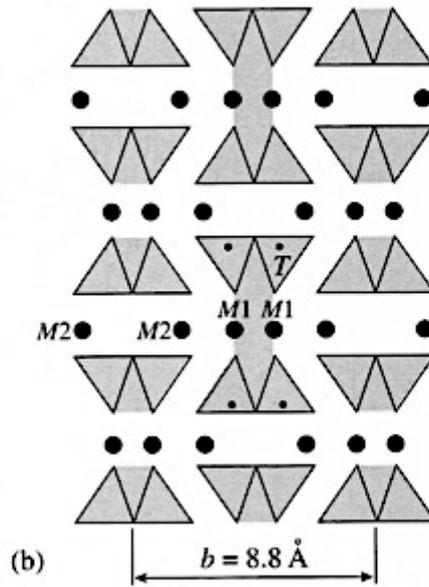
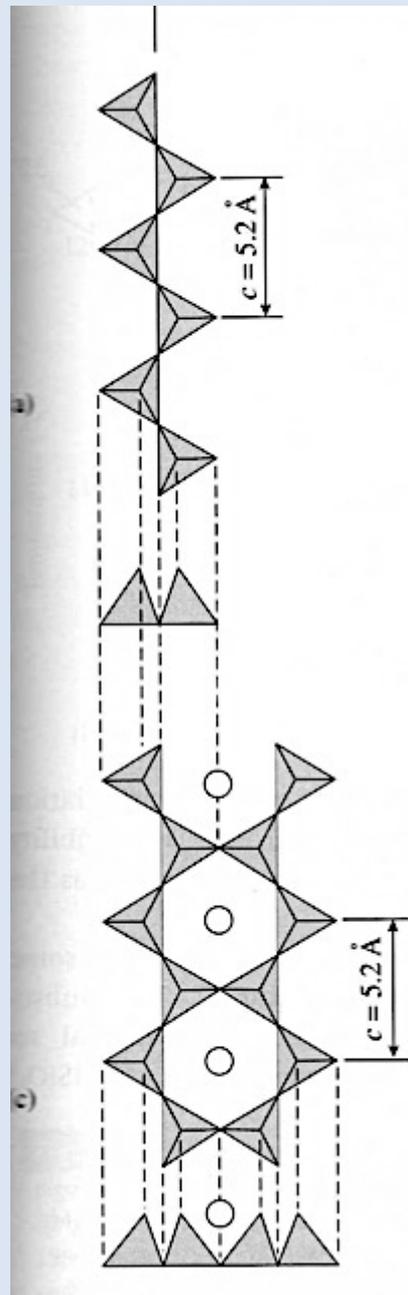
Orneblenda. Pula, dimensioni originali mm 70×30. Coll. S. Scamù.

# Anfiboli a Na

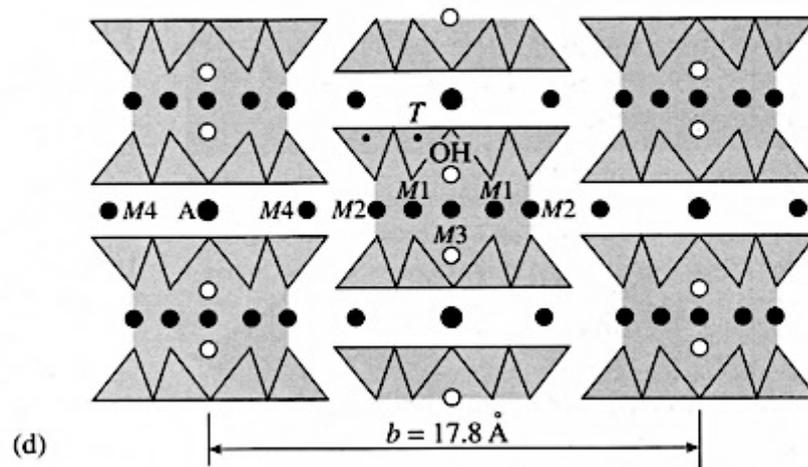
- **Glaucofane**  $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}] (\text{OH})_2$
- **Riebeckite**  $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}] (\text{OH})_2$
- La glaucofane è un tipico minerale di metamorfismo regionale presente negli scisti a glaucofane
- La riebeckite è presente in rocce magmatiche come alcuni graniti alcalini e sieniti. Varietà è la **crocidolite** o **amianto azzurro del Capo** riebeckite metamorfica (Sudafrica)



crocidolite



Confronto tra la struttura del PIROSSENO (a, b) e dell'ANFIBOLO (c, d)



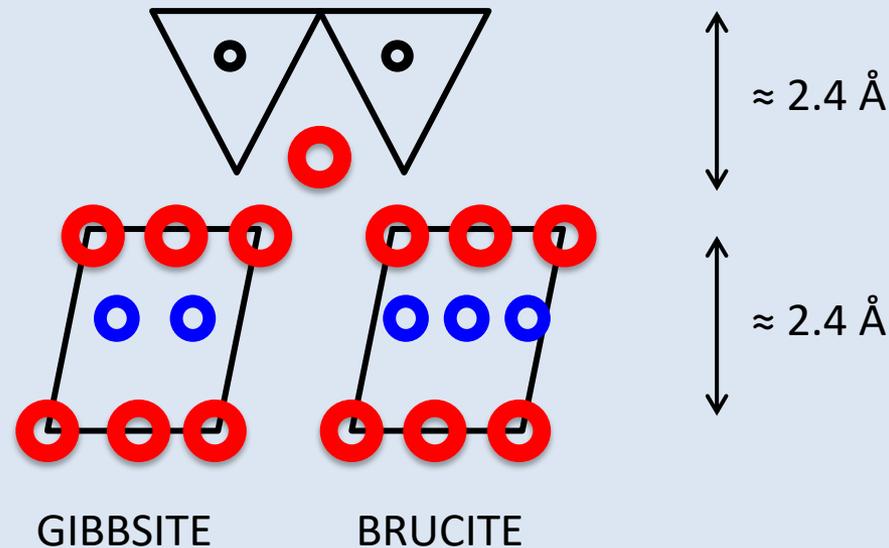
# FILLOSILICATI

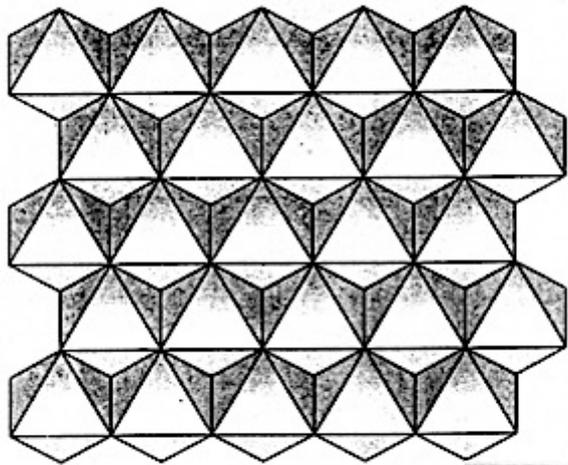


[IV] Z = Si, Al

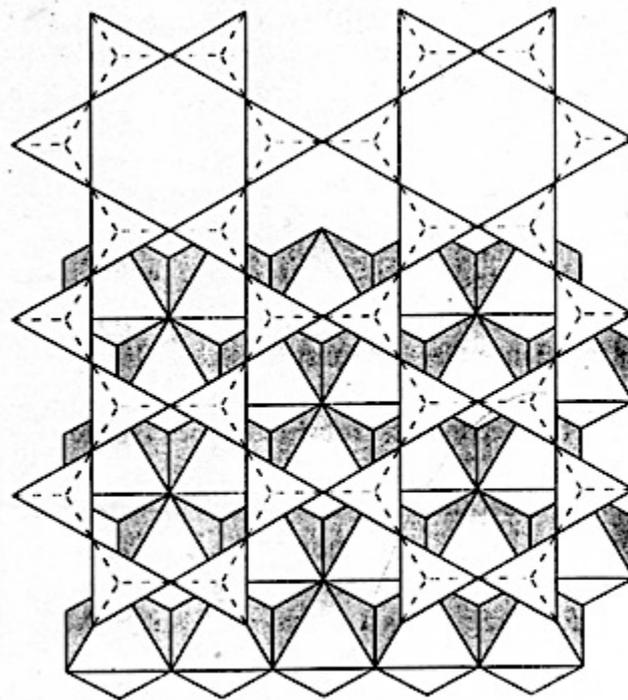
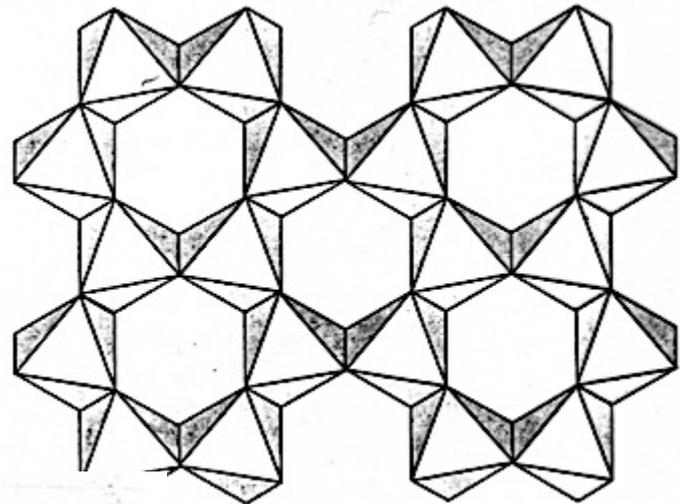
[VI] Y = Al, Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Li, Cr, Ti .....

[XII] W = K, Ca, Na, Ba



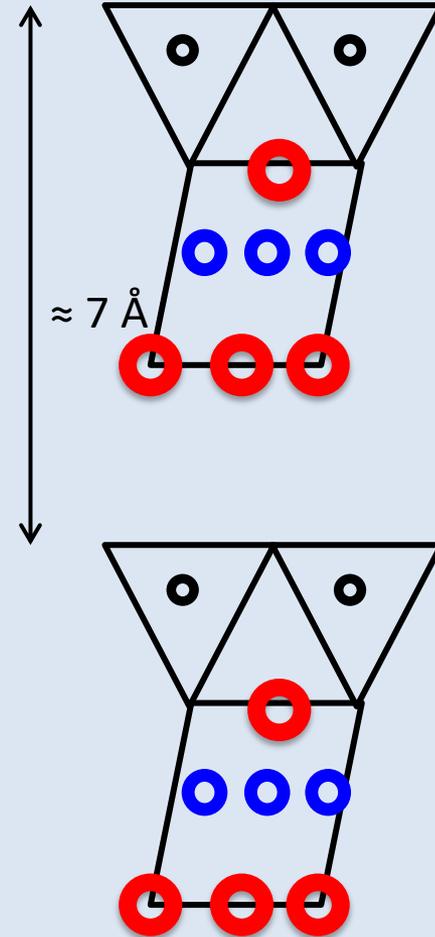
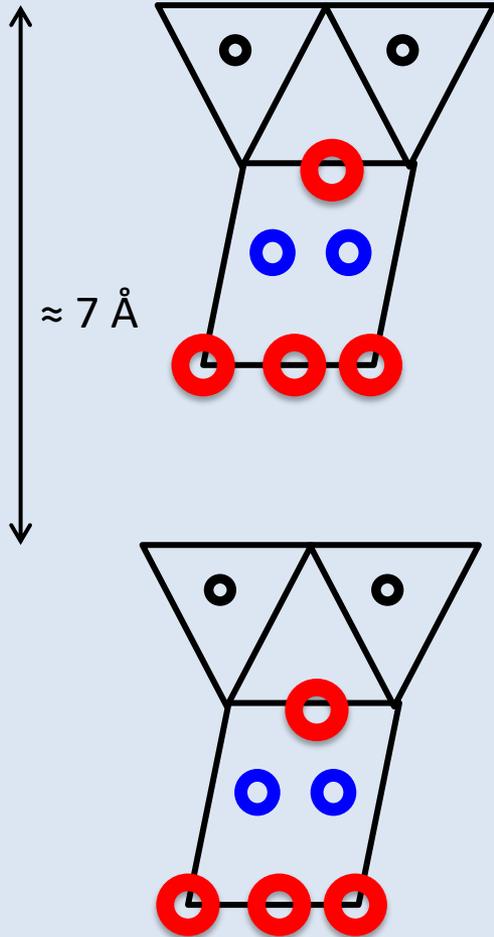


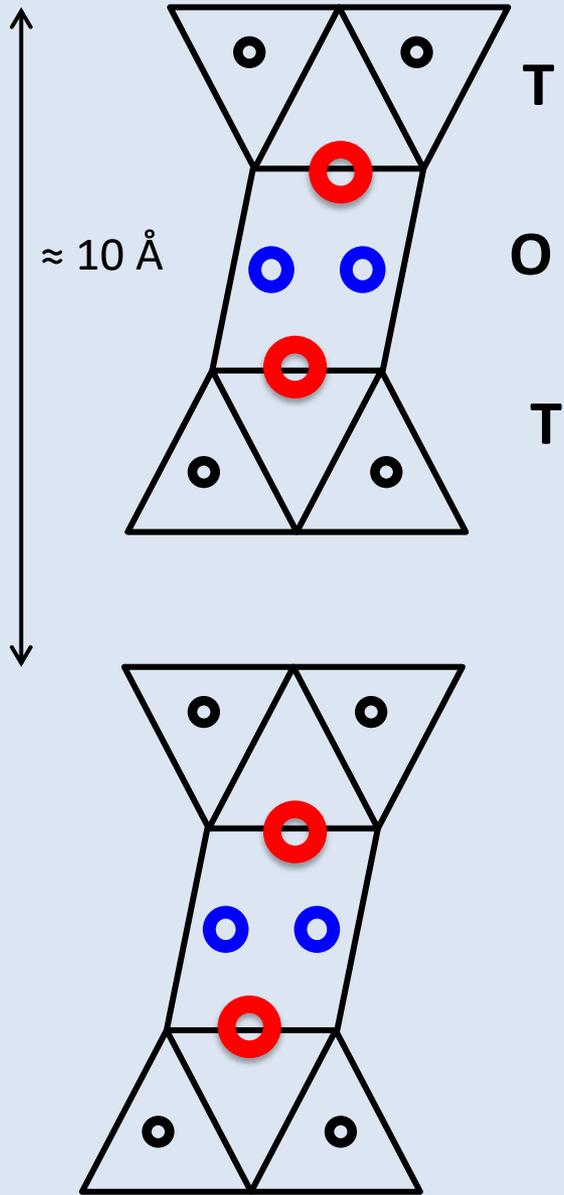
(a)



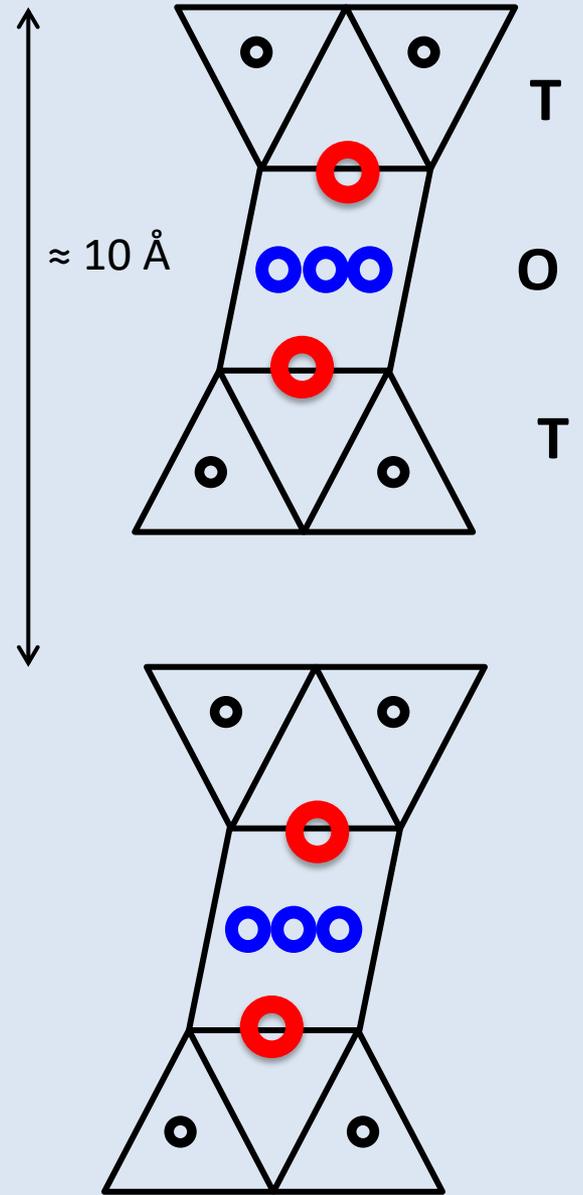
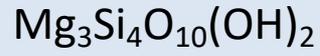
**Figure 6.35.** The way in which a sheet of downward-pointing tetrahedra links to an octahedral sheet below.

CAOLINITE – SERPENTINO





PIROFILLITE – TALCO



**BIRRA  
INTEGRALE**

**C H I A R A**

**TALCO**

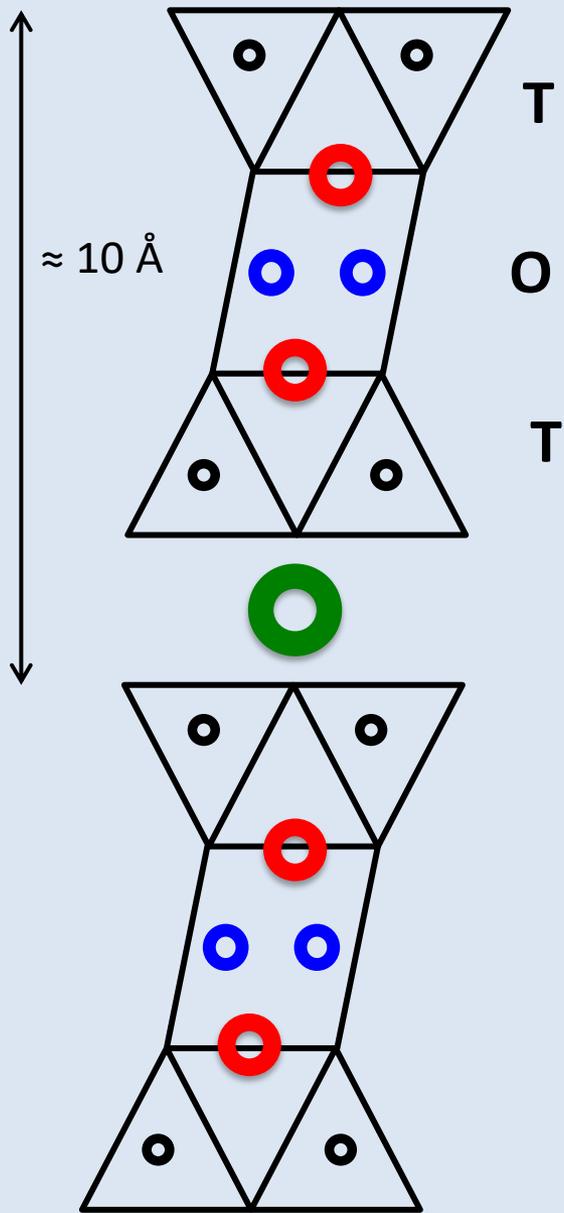


0,5 l



4,5% Vol.

Mineralogia



MUSCOVITE – BIOTITE  
 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$   
 $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$

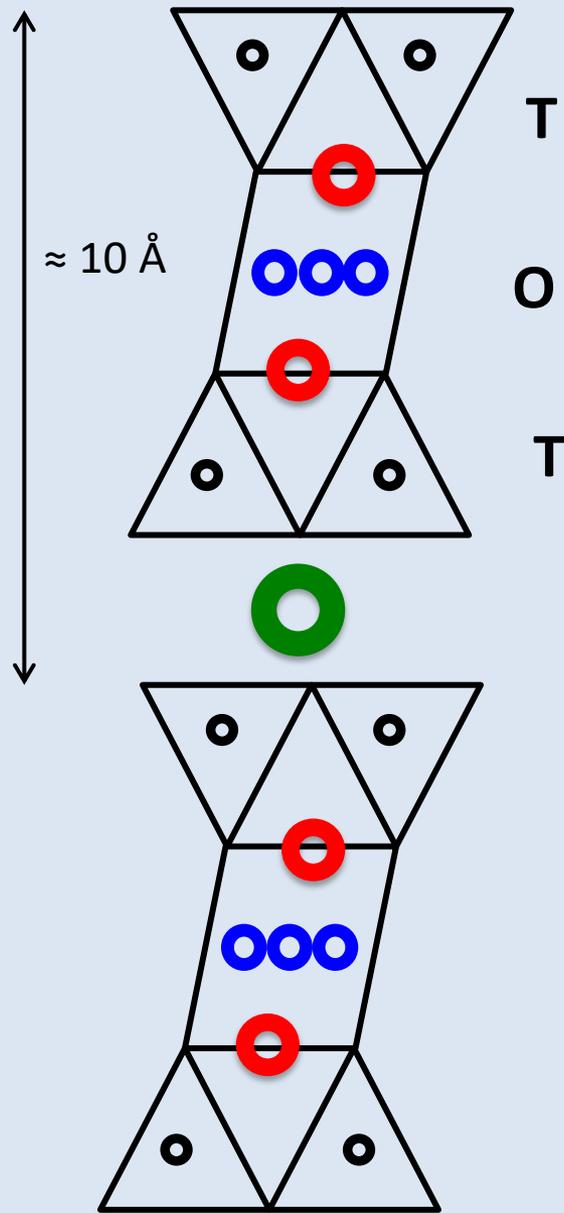




Tabella 76.I

pacchetto	cariche interstrato	strato diottaedrico	strato triottaedrico
1-1 (T-O)	--	kaolinite $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$	serpentino $Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$
2-1 (T-O-T)	--	pirofillite $Al_4(Si_8O_{20})(OH)_4$	talco $Mg_6(Si_8O_{20})(OH)_4$
	0,5-1		smectiti
	1-2	montmorillonite, beidellite, nontronite illite (K)	stevensite, saponite hectorite vermiculite (Mg)
	2		miche
	4	muscovite $K_2Al_4(Si_6Al_2O_{20})(OH)_4$	biotite $K_2(Mg, Fe)_6(Si_6Al_2O_{20})(OH)_4$
			miche fragili
2-2 (T-O-T-O)	--	$Ca_2Al_4(Si_6Al_4O_{20})(OH)_4$ sudoite $Al_8(Si_8O_{20})(OH)_{16}$	$Ca_2(Mg, Al)_6(Si, Al)_8O_{20}(OH)_4$ cloriti $(Mg, Fe, Al)_{12}(Si, Al)_8O_{20}(OH)_{16}$

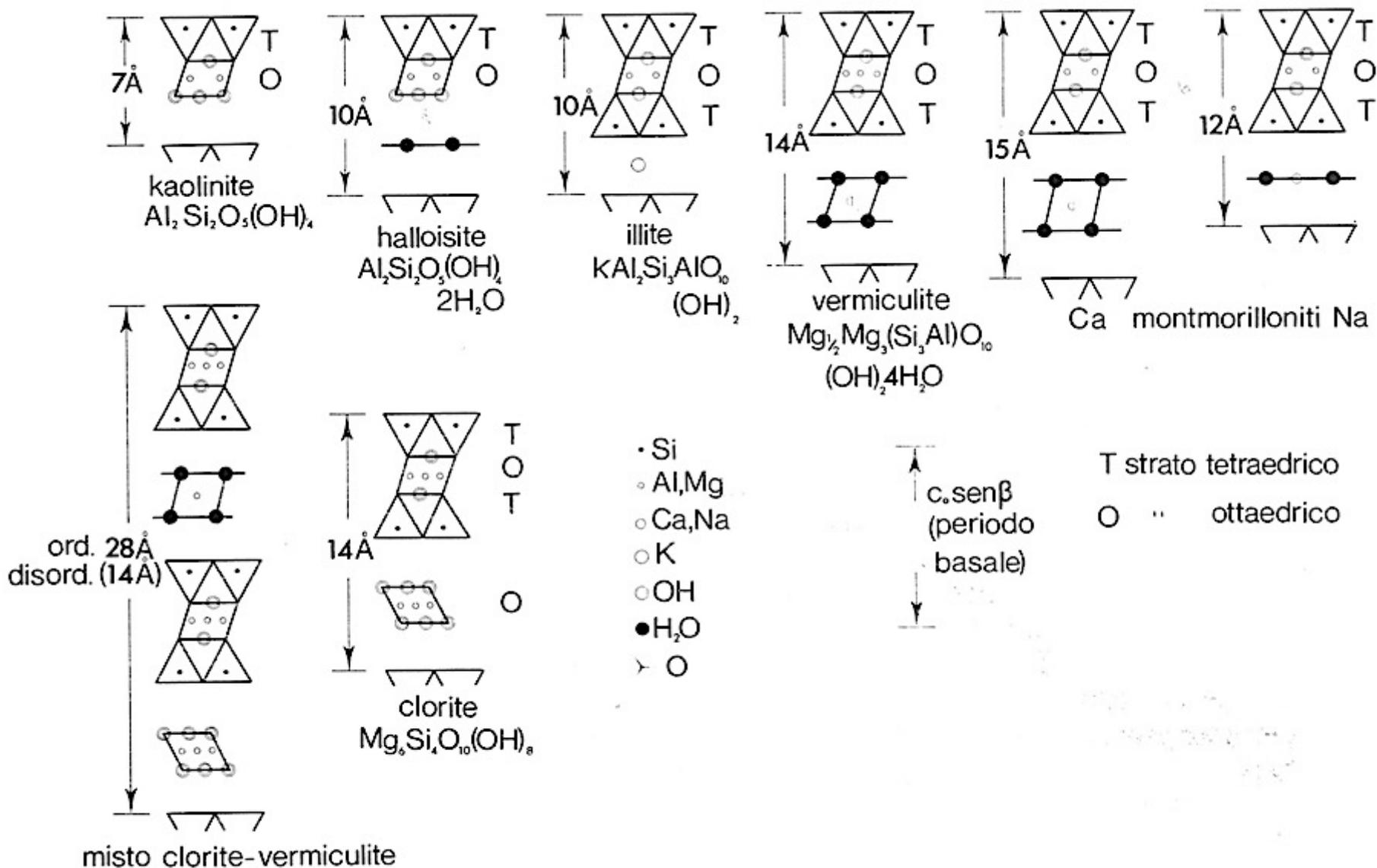


Fig. 76.4 Schema strutturale dei più importanti minerali argillosi.

Tab. 1.II – Proprietà caratteristiche di alcuni tipi di minerali argillosi.

Tipo di minerale	Composizione	Spessore dei pacchetti	Proprietà generali
CAOLINITE	Unità tetraedriche di silicio si alternano a quelle ottaedriche di alluminio. Le unità sono legate tra loro molto fortemente	◦ 7.5A	È il più comune in natura. Molto stabile, rigonfia poco se accostato all'acqua. I suoi pacchetti sono collegati tra loro e formano particelle di elevato spessore. Si forma dalla degradazione in ambiente umido di rocce cristalline.
ILLITE	Uno strato di ottaedri di alluminio è compreso fra due di tetraedri di silicio. Ciascun pacchetto è collegato ad altri tramite uno strato di potassio.	◦ 10A	Assume una forma irregolare a fiocco. Generalmente è più plastica della caolinite. Non si espande se posta a contatto con acqua a meno che non ci sia una carenza di potassio. Si forma in ambiente marino dalla degradazione di rocce micacee.
MONTMORILLONITE	Uno strato di ottaedri di alluminio è compreso fra due di tetraedri di silicio. Ciascun pacchetto è separato dagli altri da molecole di acqua e pertanto i legami fra pacchetti sono molto deboli. Ferro e magnesio possono sostituire l'alluminio; l'alluminio può sostituire il silicio.	◦ 9.5A	Le particelle sono piatte e di forma irregolare. A causa dei deboli legami che collegano i pacchetti fra loro e per l'esistenza di forte carica negativa sulla superficie dei pacchetti, questi minerali adsorbono facilmente l'acqua mostrando una forte tendenza al rigonfiamento. Si forma per decomposizione delle ceneri vulcaniche ma anche in zone con climi molto caldi con piogge abbondanti.
CLORITE	Uno strato di ottaedri di alluminio è compreso fra due di silicio. I vari pacchetti sono collegati tra loro tramite uno strato di ottaedri di alluminio.	◦ 14A	Le particelle sono piatte e di forma irregolare. Non ha tendenza al rigonfiamento. Si forma in ambiente marino, ma in natura non è presente in grandi quantità.

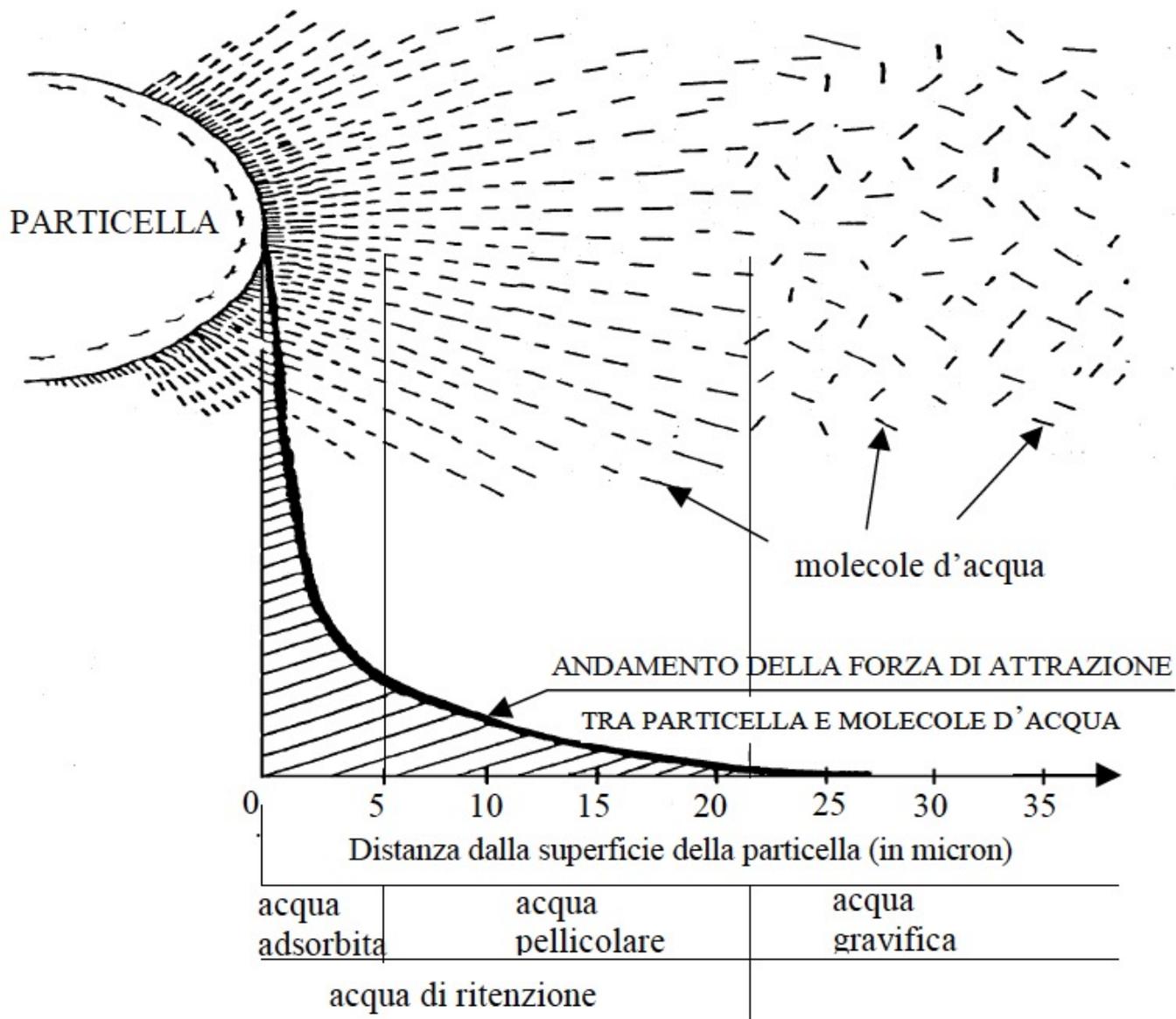


Figura 1.7 – Schema dell'interazione tra particelle d'argilla e molecole d'acqua

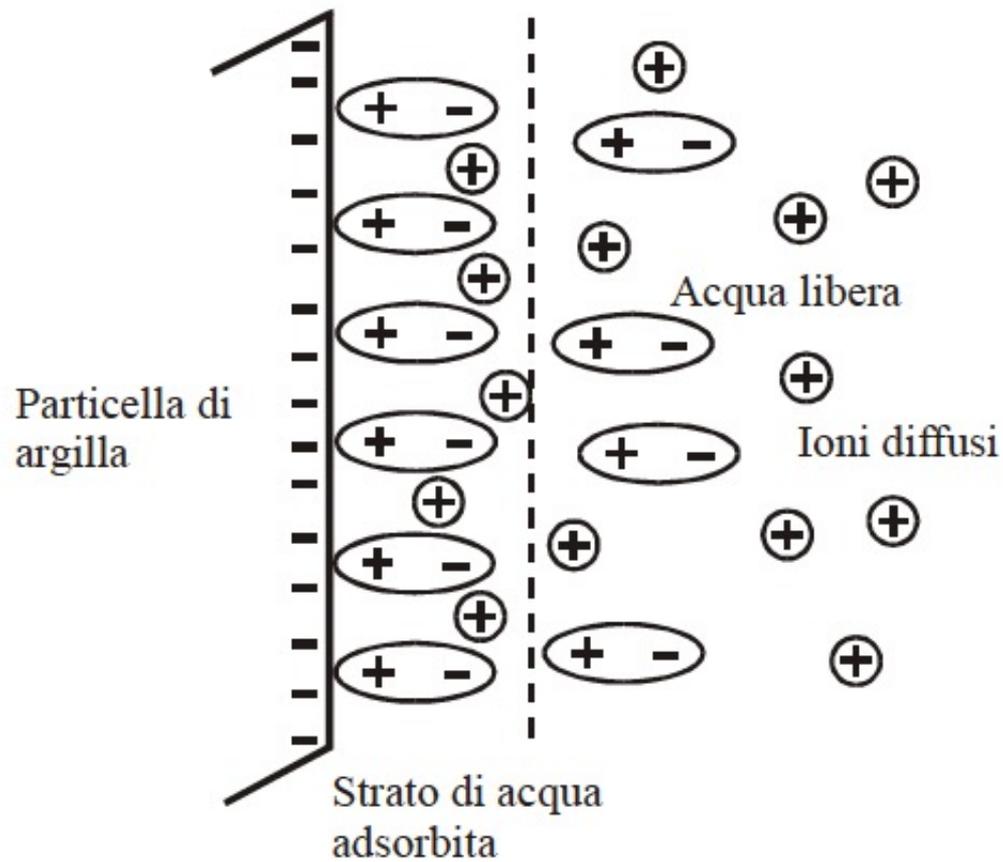
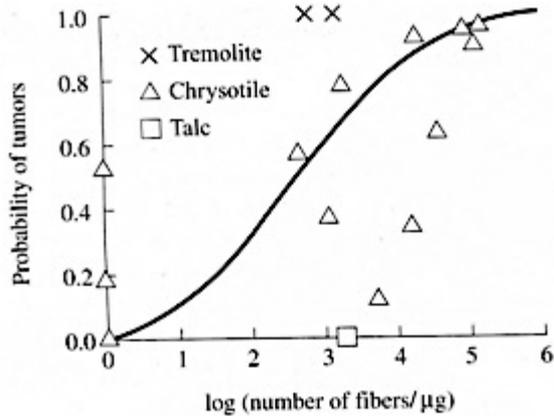


Fig. 1.3 – Schema di una particella di argilla con gli strati di acqua adsorbita e di ioni diffusi.

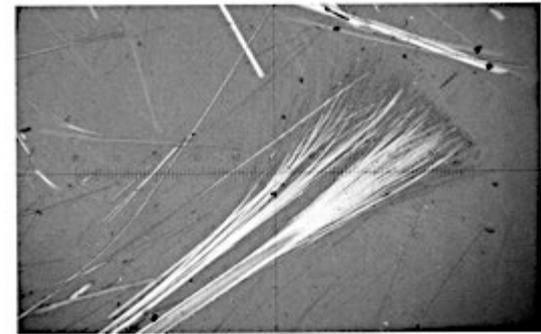
# MINERALI FIBROSI



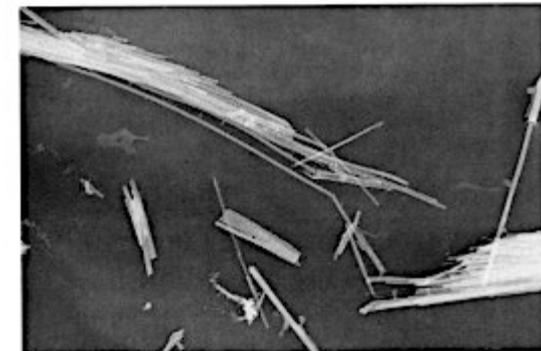
**Fig. 33.4** Incidence of malignant tumors in rats as function of fiber concentration (after Stanton *et al.*, 1981).



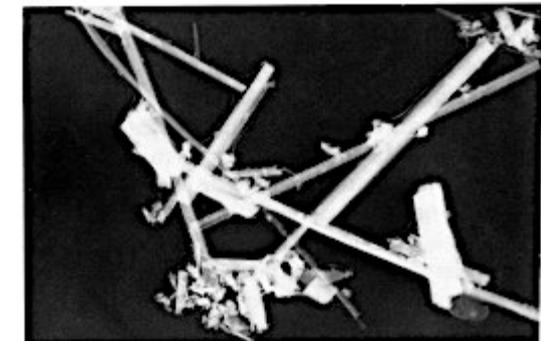
**Fig. 33.5** SEM image of ferruginous bodies extracted from a human lung. Particles of asbestos are coated with an iron-rich material derived from proteins. (from Guthrie and Mossman, 1993; photograph by L. Smith and A. Sorling).



(a)



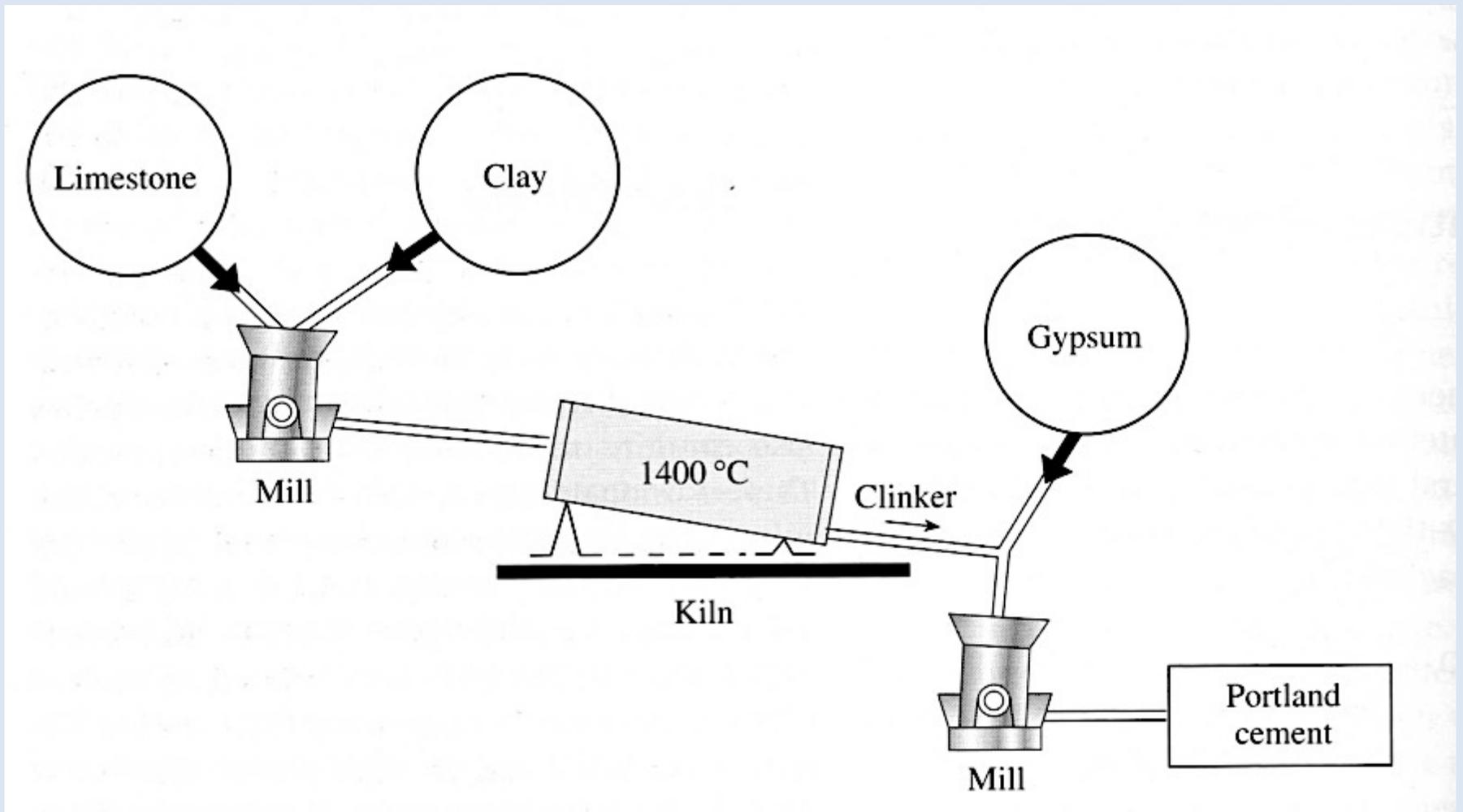
(b)



(c)

**Fig. 33.7** Samples containing asbestos in airborne dust. (a) Polarized microscope sample of amosite (width 1.2 mm) (b) TEM image of amosite (width 6 μm) (c) TEM image of chrysotile (width 10 μm). (All micrographs are courtesy of Mark Bailey, Asbestos TEM Laboratories, Berkeley, California.)

# Cemento



<b>CERAMICA</b>	<b>Colorata</b>	<b>Porosa</b>	<b>TERRACOTTA</b>
		<b>Compatta</b>	<b>GRES</b>
	<b>Bianca</b>	<b>Porosa</b>	<b>TERRAGLIA</b>
		<b>Compatta</b>	<b>PORCELLANA</b>

**TECTOSILICATI**

**QUARZO**



# TECTOSILICATI

# QUARZO

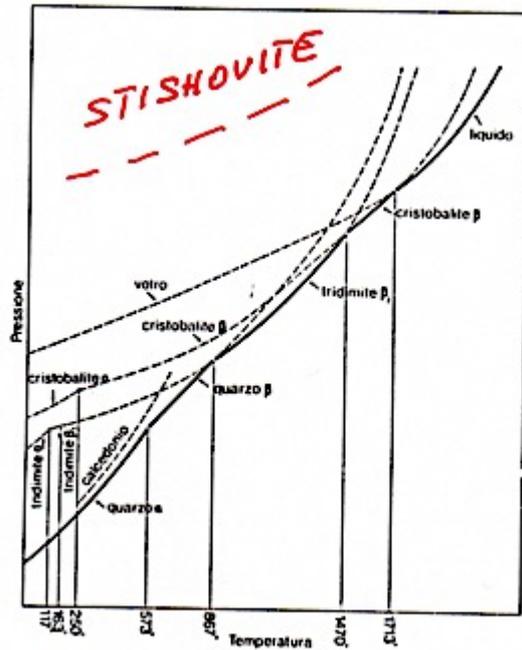
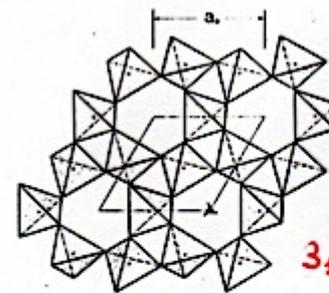
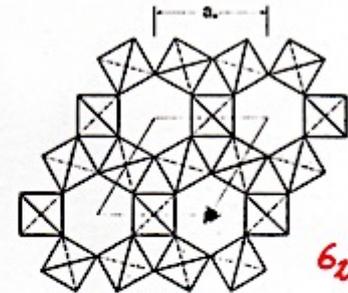


Fig. 197.1 Diagramma di fase della silice.



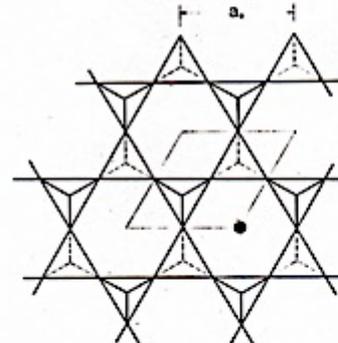
quarzo α  
Fig. 197.2

3<sub>1</sub>  
DESTRO  
3<sub>2</sub>  
SINIS.

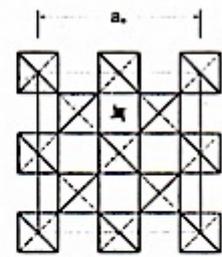


quarzo β  
Fig. 197.3

6<sub>2</sub>  
DESTRO  
6<sub>4</sub>  
SINISTRO



tridimite β  
Fig. 197.4



cristobalite β  
Fig. 197.5

Fig. 197.2 Struttura del quarzo α (proiezione basale).

Fig. 197.3 Struttura del quarzo β (proiezione basale).

Fig. 197.4 Struttura della tridimite β (proiezione basale).

Fig. 197.5 Struttura della cristobalite β (proiezione secondo [100]).

# TECTOSILICATI

# QUARZO

Varietà:

- **Cristalline:** ametista, citrino, rocca, rutilato, affumicato, rosa, occhio di tigre (inclusioni fibrose), avventurina (ematite).
- **Microcristalline (fibrose):** agata (strati alternati varicolore), calcedonio (bruno-grigia), corniola (rossa), crisoprasio (verde), onice (bianco-nero), legno fossile.
- **Microcristalline (granulari):** diaspro (rosso, ematite), selce, prasio (verde).
- **Amorfe:** opale.

# TECTOSILICATI

# QUARZO

**Applicazioni:** sfrutta le proprietà piezoelettriche.

**Problematiche ambientali:** polveri minerali – SILICOSI dovuta all'inalazioni di consistenti quantità di polveri di quarzo.

Su tutti i prodotti contenenti silice libera, devono essere esposte etichette che avvertono che la polvere se inalata può causare problemi respiratori o altri problemi sanitari.

**TECTOSILICATI**

**FELDSPATI**



# TECTOSILICATI

# FELDSPATI



Feldspato Potassico



Albite



Anortite

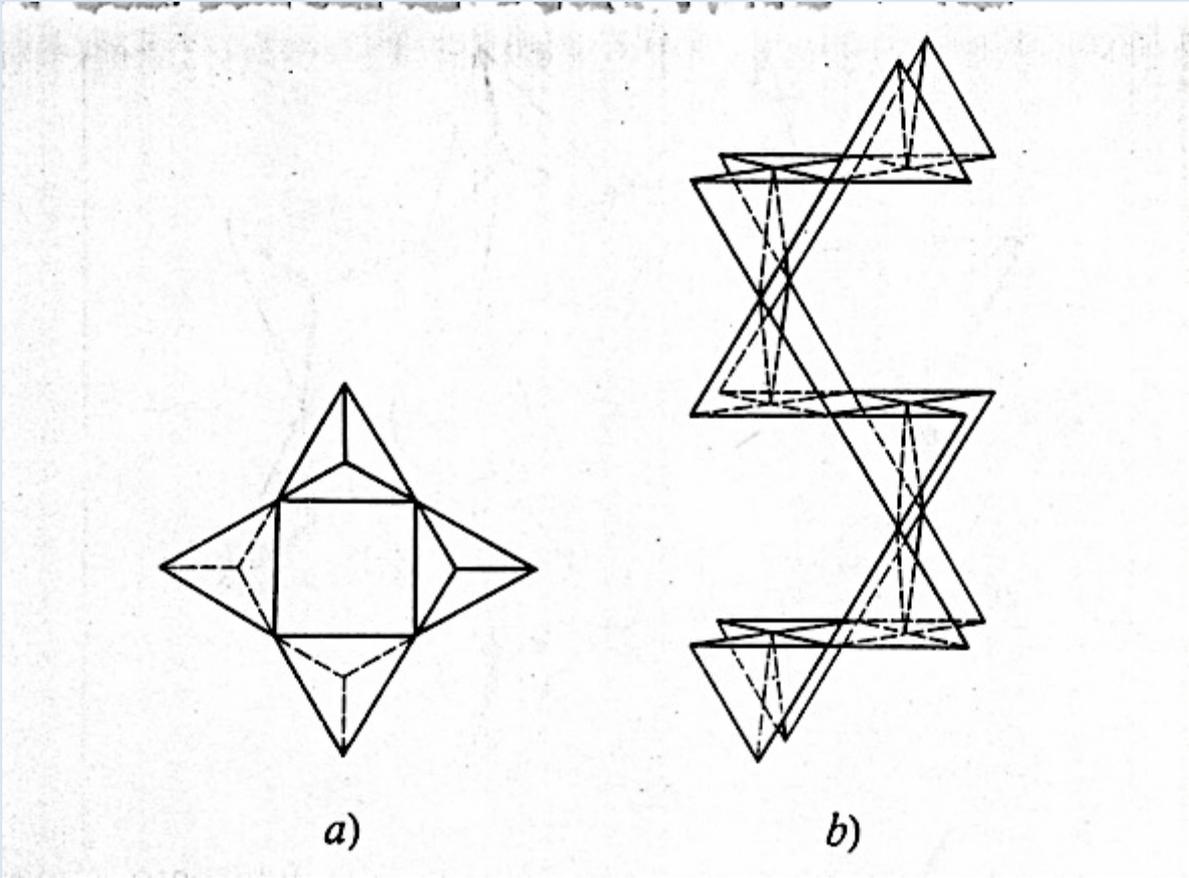


Celsiana



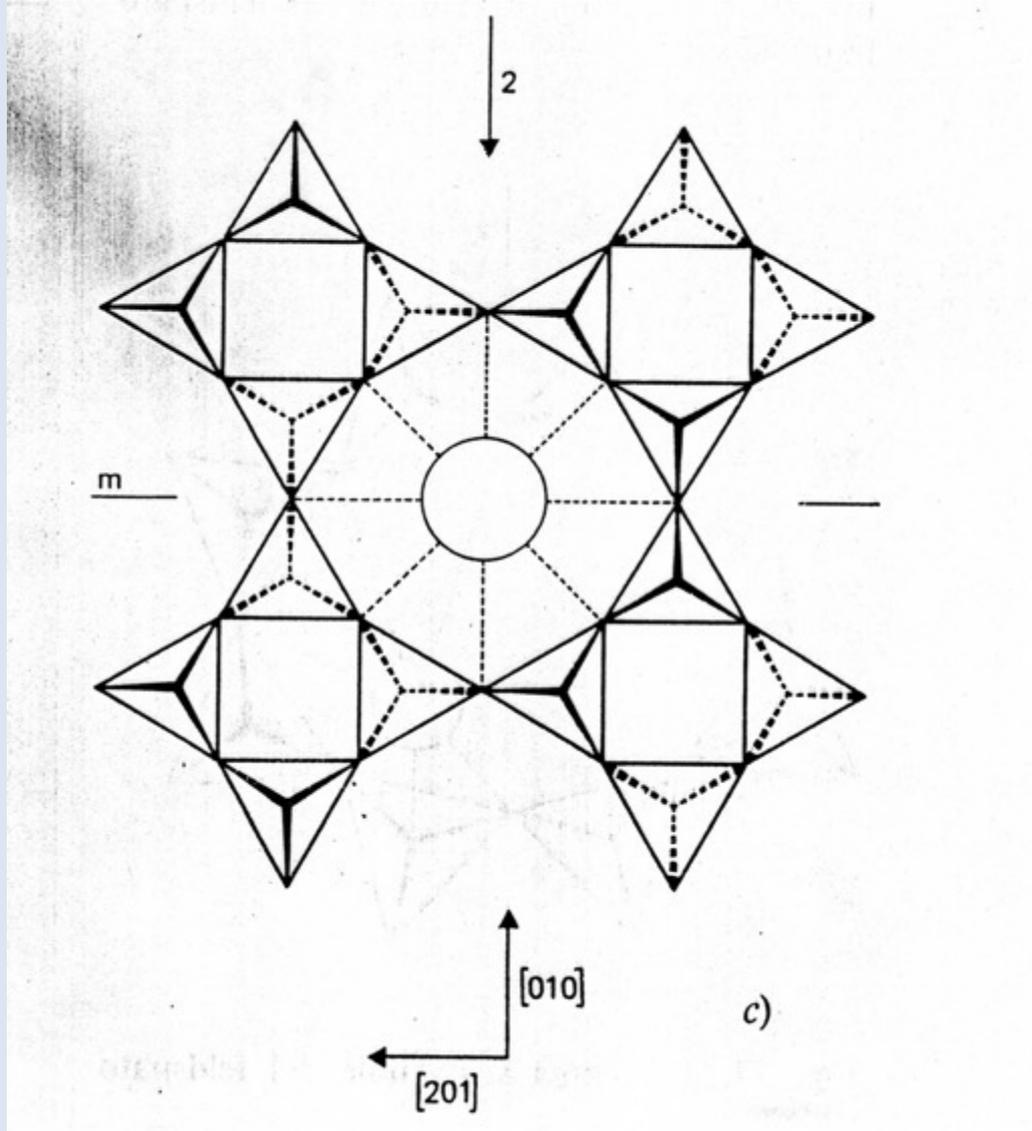
# TECTOSILICATI

# FELDSPATI



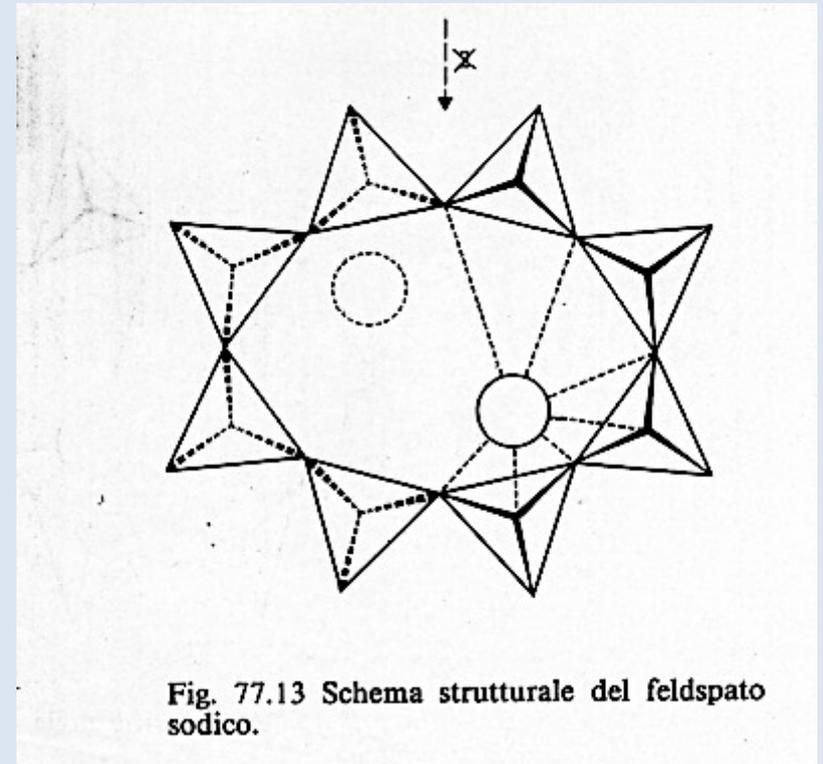
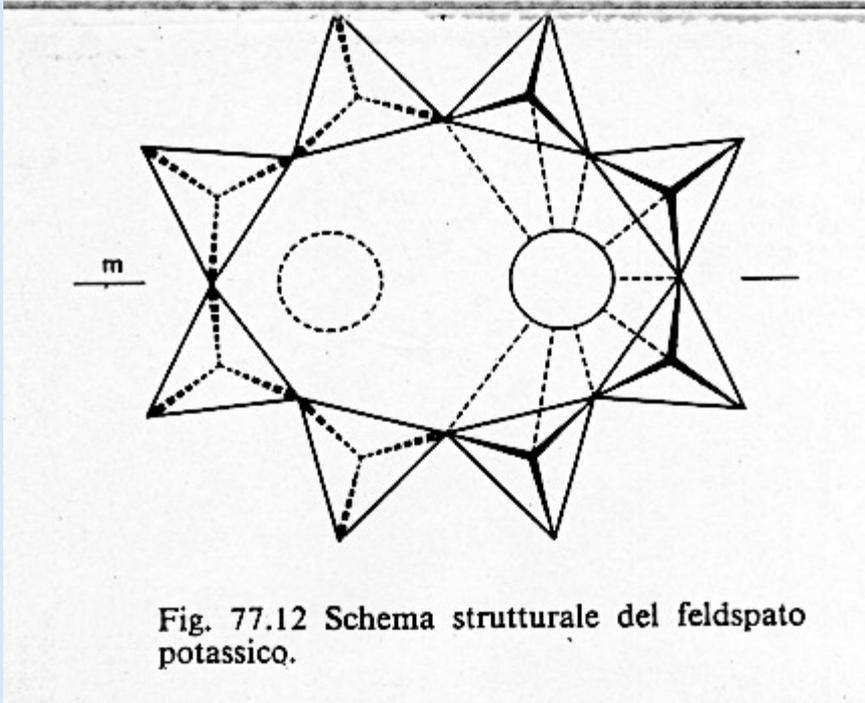
# TECTOSILICATI

# FELDSPATI



# TECTOSILICATI

# FELDSPATI



**TECTOSILICATI**

**FELDSPATOIDI**



# TECTOSILICATI

# FELDSPATOIDI

LEUCITE	$\text{KAlSi}_2\text{O}_6$	Tetragonale e cubica sopra i 625°C
ANALCIME	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$	Cubico

Gruppo della NEFELINA: esagonali

NEFELINA	$\text{NaAlSiO}_4$
KALSITE	$\text{KAlSiO}_4$

# TECTOSILICATI

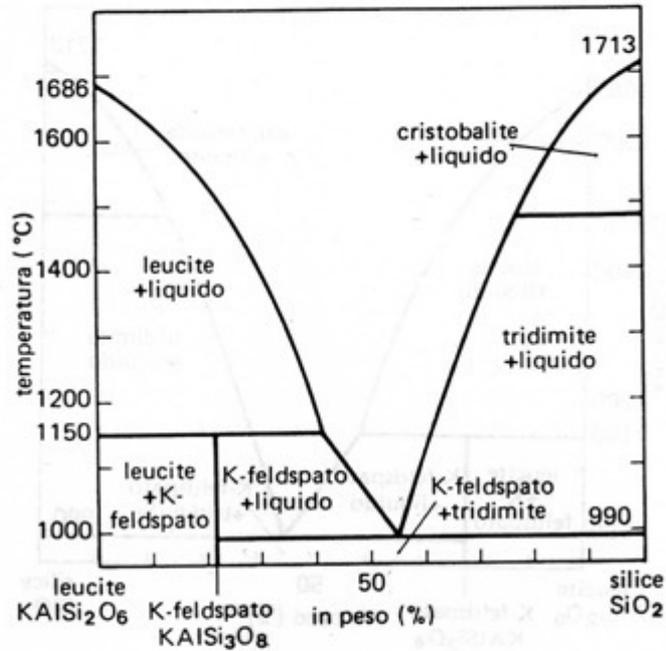
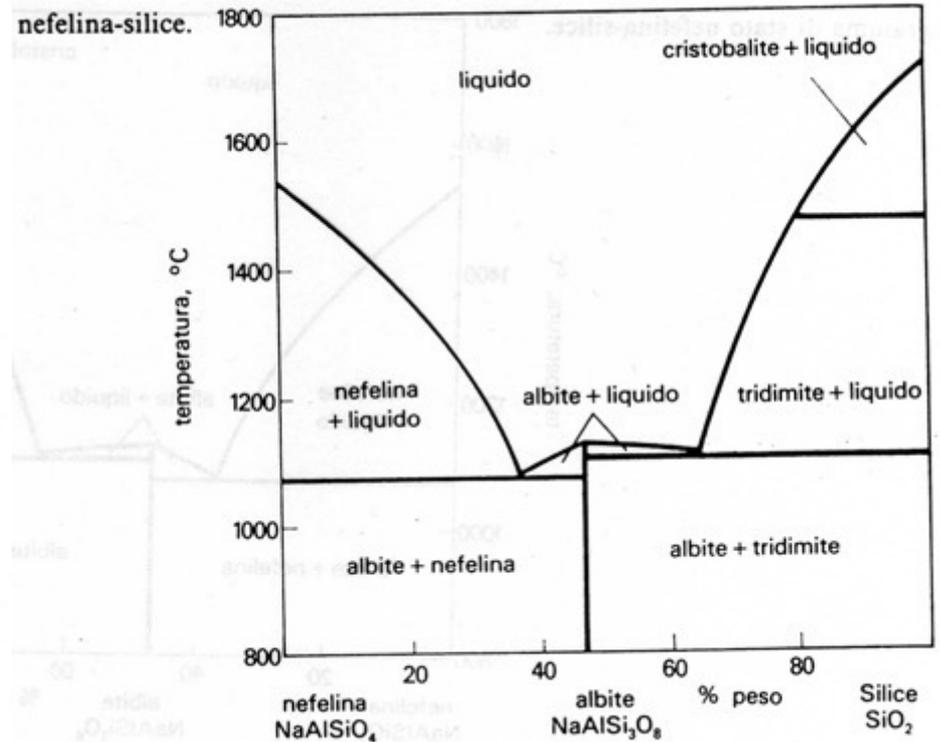


Fig. 77.25 Diagramma di stato leucite-silice.

# FELDSPATOIDI



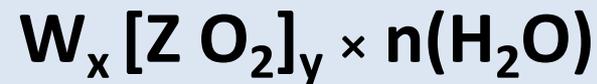
**TECTOSILICATI**

**ZEOLITI**



# TECTOSILICATI

## ZEOLITI



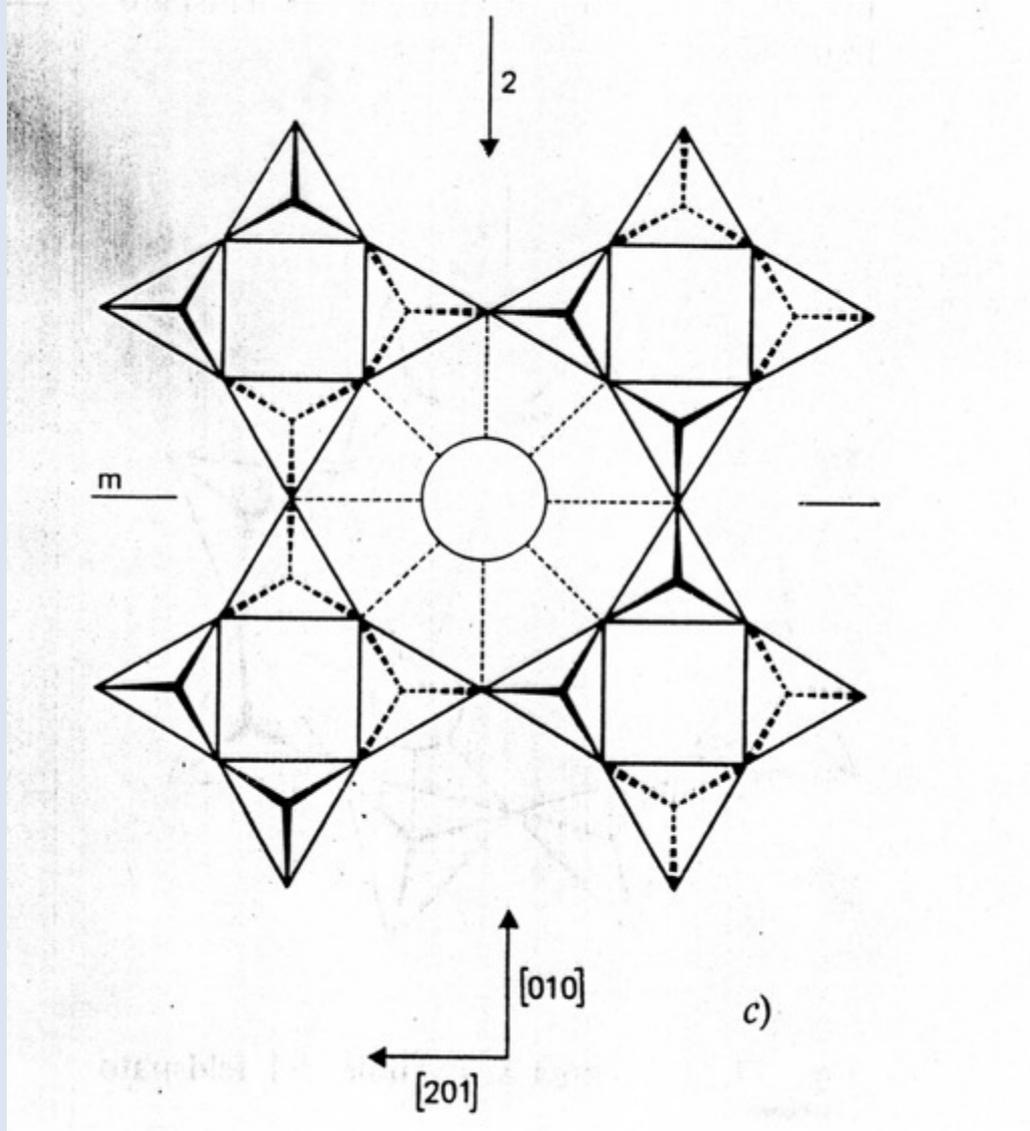
264 *Mineralogia speciale*

Tabella 77.V

minerale	formula	gr. spaz.
<b>Zeoliti fibrose</b>		
Natrolite	$Na_2 (Al_2Si_3O_{10}) \cdot 2H_2O$	<i>Fdd2</i>
Mesolite	$Na_2Ca_2 (Al_6Si_9O_{30}) \cdot 8H_2O$	<i>Fdd2</i>
Scolecite	$Ca (Al_2Si_3O_{10}) \cdot 3H_2O$	<i>Cc</i>
Thomsonite	$NaCa_2 (Al_5Si_5O_{20}) \cdot 6H_2O$	<i>Pnna</i>
Mordenite	$Na (AlSi_5O_{12}) \cdot 3H_2O$	<i>Cmca</i>
Laumontite	$Ca (Al_2Si_4O_{12}) \cdot 4H_2O$	<i>Am</i>
<b>Zeoliti tabulari</b>		
Heulandite	$Ca (Al_2Si_7O_{18}) \cdot 6H_2O$	<i>C2/m</i>
Clinoptilolite	$Na (AlSi_5O_{12}) \cdot 4H_2O$	<i>C2/m</i>
Stilbite	$NaCa_2 (Al_3Si_{13}O_{36}) \cdot 17H_2O$	<i>C2/m</i>
<b>Zeoliti equidimensionali</b>		
Phillipsite	$(Ca^{1/2}, Na, K)_3 (Al_3Si_5O_{16}) \cdot 6H_2O$	<i>P2<sub>1</sub>/m</i>
Harmotomo	$Ba (Al_2Si_6O_{16}) \cdot 6H_2O$	<i>P2<sub>1</sub>/m</i>
Chabasite	$Ca (Al_2Si_4O_{12}) \cdot 6H_2O$	<i>R3m</i>
Faujasite	$NaCaMg (Al_5Si_{11}O_{32}) \cdot 20H_2O$	<i>Fd3m</i>

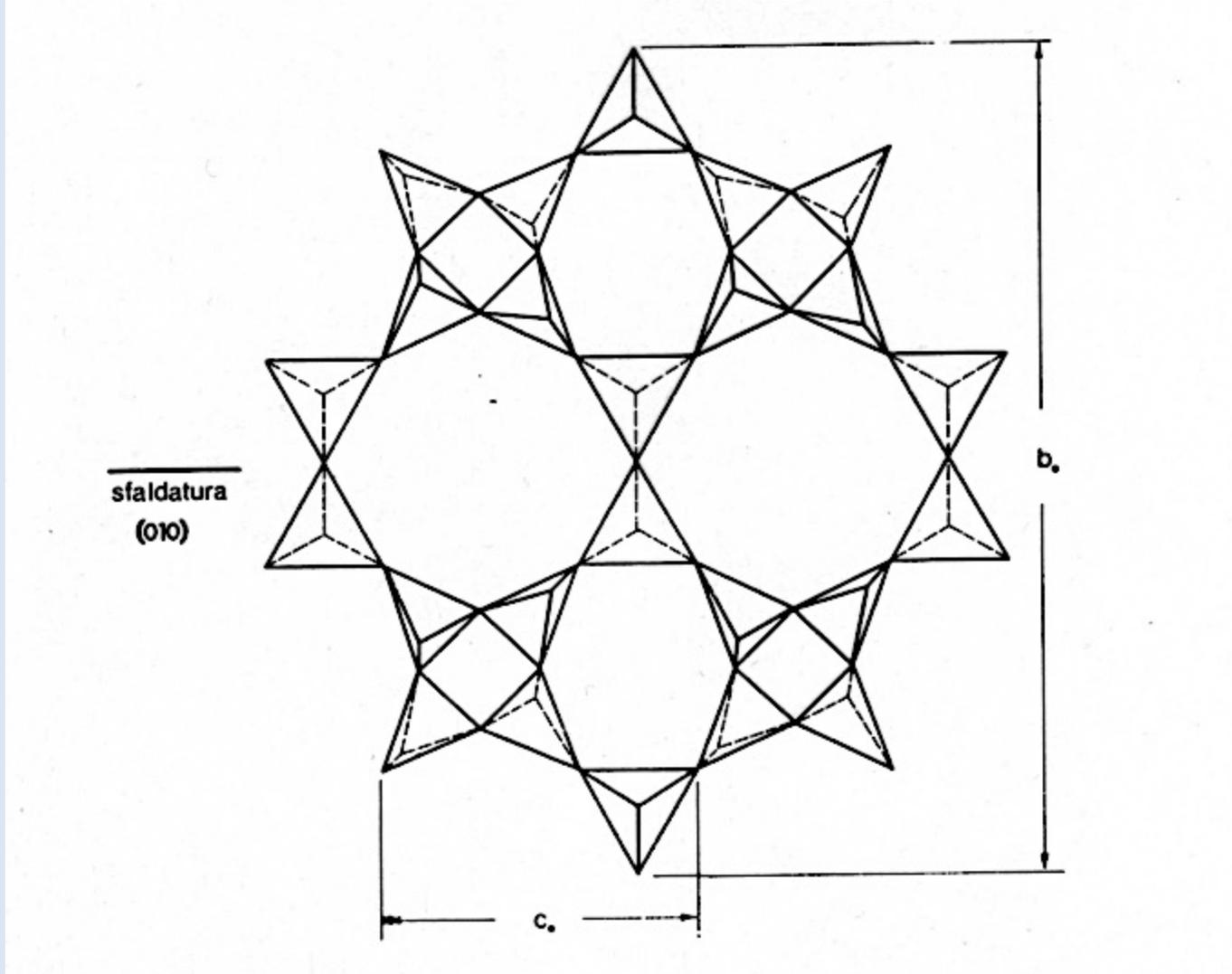
# TECTOSILICATI

# FELDSPATI



# TECTOSILICATI

# ZEOLITI



## Proprietà delle Zeoliti

In natura sono state identificate 46 specie di zeoliti, mentre ne sono state sintetizzate oltre 100.

- Elevato grado di idratazione
- Bassa densità e grande volume dei vuoti quando disidratate
- Stabilità della struttura anche quando disidratate
- Proprietà di scambio cationico
- Canali regolari con dimensioni molecolari quando disidratate
- Capacità di assorbire gas e vapori

## **Applicazioni:**

- Rimozione dello ione ammonio negli scarichi fognari, lettiere per animali domestici e acquacoltura.
- Controllo degli odori.
- Rimozione metalli pesanti da scarichi industriali, minerali e scorie radioattive.
- Applicazioni in agricoltura come correttori di suoli e additivi per mangimi.

**Criticità:** erionite è una zeolite fibrosa riconosciuta come responsabile di mesotelioma (Karain, Turchia).



Mineralogia