

**QUARZO -  $\alpha$** 

Tectosilicato Trigonale

$n_e = 1.553$

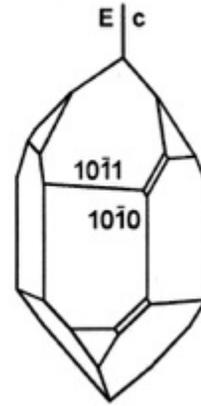
$n_e - n_o = 0.009$

$n_o = 1.544$

Segno ottico  $\rightarrow (+)$ 

Peso specifico = 2.65

Durezza = 7



**ABITO** : generalmente anedrale (xenomorfo) con contorni irregolari nelle rocce magmatiche, talvolta poligonale in r. metamorfiche

**COLORE** : incolore, limpido, trasparente, senza alterazioni, talvolta con inclusioni di rutilo (TiO<sub>2</sub>) e ematite (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

**RILIEVO** : debole o nullo (serve spesso di riferimento per individuare i feldspati)

**BIRIFRANGENZA**: bassa, colori di interferenza max grigio 1° ordine

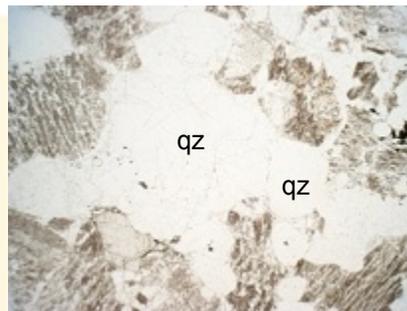
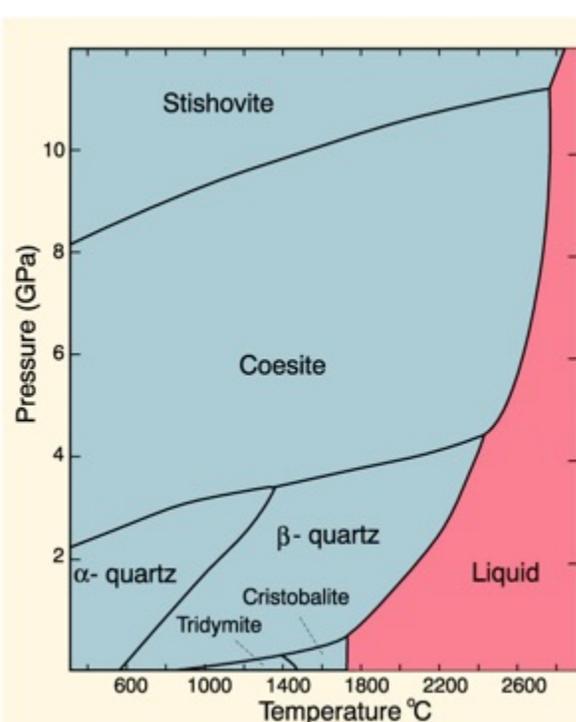
**SFALDATURA** : assente

**ESTINZIONE** : spesso ondulata, a causa di deformazioni meccaniche

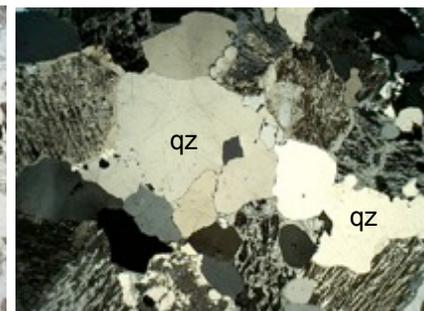
**FIG-INTERFERENZA** : UNI +, conoscopiche su individui estinti o con colori di interf. grigio scuro (sezioni  $\approx$  normali all'asse ottico)

**CARATTERI DIAGNOSTICI** : limpido, senza alterazioni, assenza di sfaldature e geminazioni, basso/nullo rilievo, bassa birifrangenza, UNI +

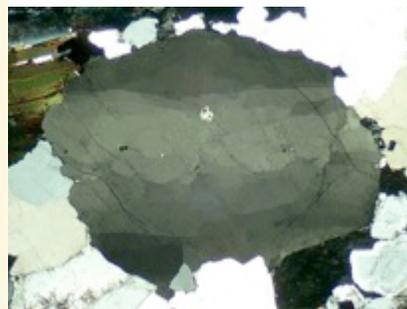
**PARAGENESI** : presente in r. sialiche intrusive (granitoidi) ed effusive (rioliti); in r. metamorfiche (scisti, gneiss, granuliti acide)



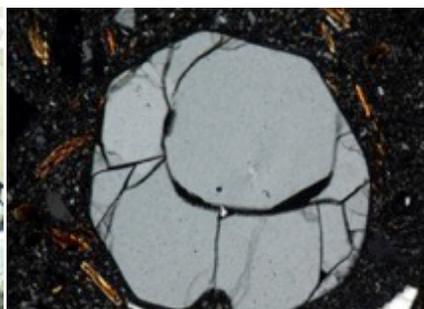
Quarzo in granito (PP)



Quarzo in granito (XP)



Quarzo con estinzione ondulata in granito (XP)



Fenocristallo euedrale di Quarzo in riolite (XP)

# FELDSPATI

K-feldspato  
(Ortoclasio)



Na-feldspato  
(Albite)



Ca-feldspato  
(Anortite)



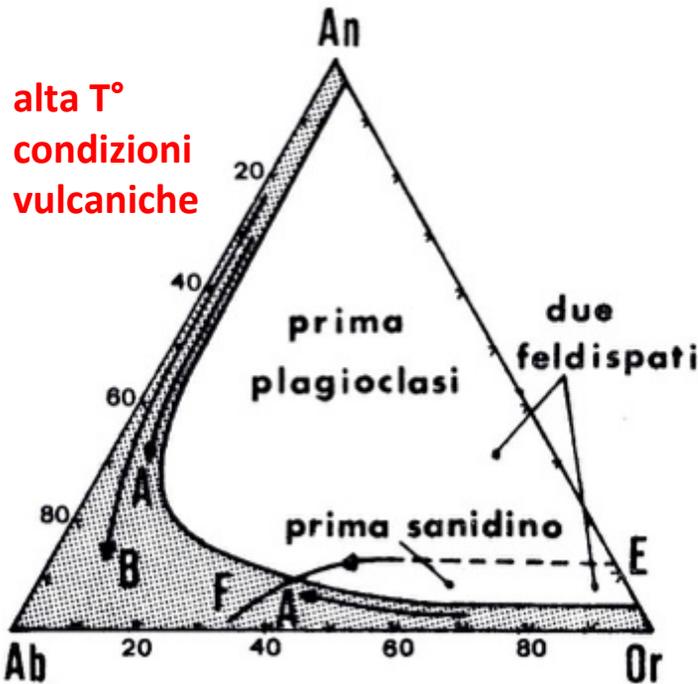
**FELDSPATI ALCALINI**  
Serie K- Na

**PLAGIOCLASI**  
Serie Na-Ca

miscibilità completa – alta T°  
ampia immiscibilità – bassa T°

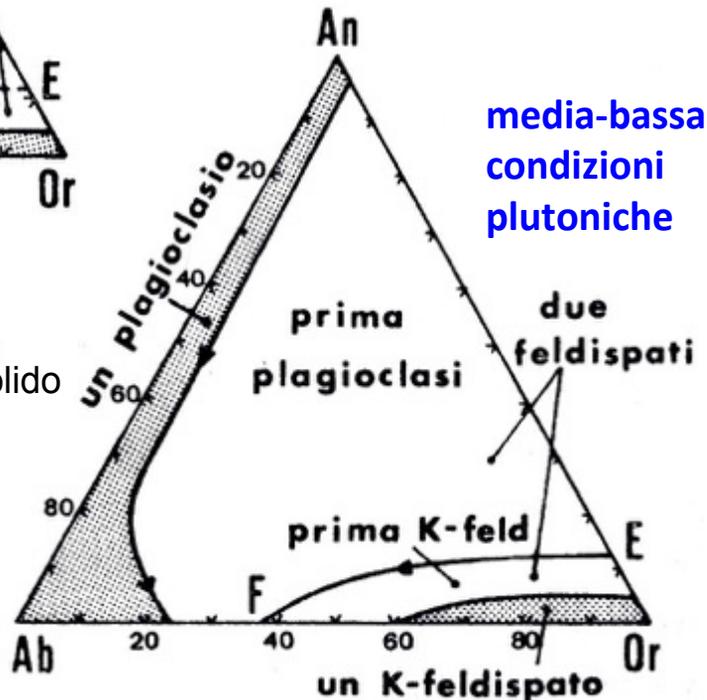
Serie isomorfa  
miscibilità completa – alta T°  
piccoli campi immiscibilità – bassa T°

alta T°  
condizioni  
vulcaniche



Albite	0-10% An
Oligoclasio	10-30 % An
Andesina	30-50% An
Labradorite	50-70% An
Bytownite	70-90% An
Anortite	90-100% An

media-bassa T°  
condizioni  
plutoniche

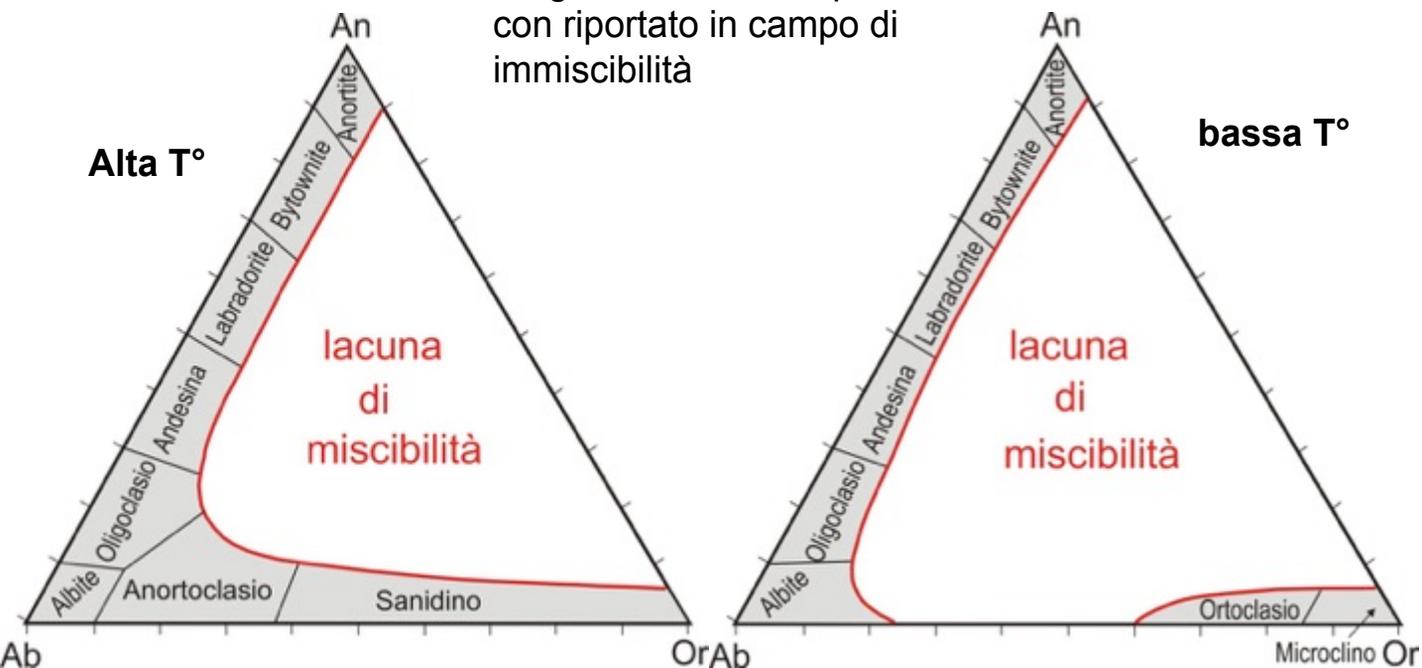


Rapporti di miscibilità tra i feldspati

Campo grigio: miscibilità allo stato solido

Campo bianco : immiscibilità  
allo stato solido

Diagramma dei feldspati con riportato in campo di immiscibilità



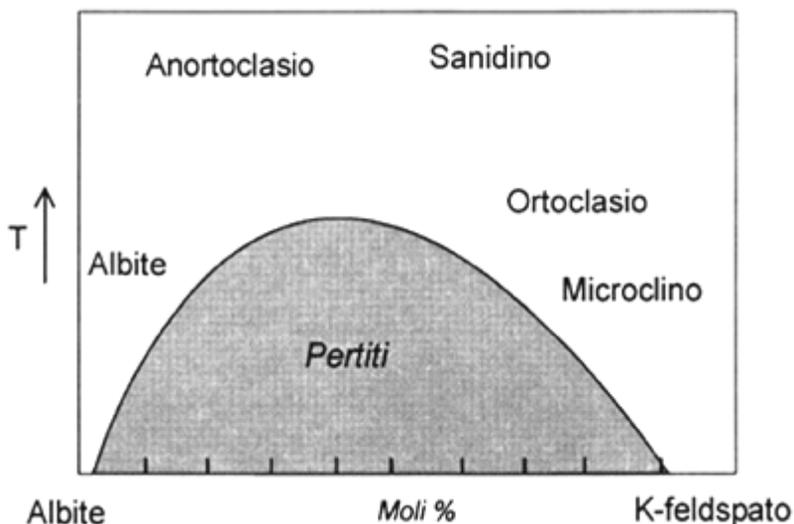
**Sanidino** Or 100-40 Ab 0-60  
**Anortoclasio** Or 40-10 Ab 60-90

**Microclino** Or 100-95 Ab 0-5  
**Ortoclasio** Or 100-85 Ab 0-15

➤ **sanidino** e **anortoclasio** sono fasi di alta T° in r. **vulcaniche**

➤ a T° intermedia-bassa il campo del sanidino e anortoclasio è occupato da **ortoclasio (pertiti)** e **microclino** in r. **plutoniche/metamorfiche**

I feldspati sono anche classificati in funzione del loro stato strutturale (grado di ordine/disordine nella distribuzione di Si e Al nelle posizioni tetraedriche) che è funzione della T°



Temperature di stabilità dei feldspati alcalini  
 Campo grigio = immiscibilità (pertiti)

# Feldspati Alcalini

## ORTOCLASIO

## $K[AlSi_3O_8]$

Tectosilicato Monoclino

$$n_x = 1.518 - 1.529$$

$$n_y = 1.522 - 1.533$$

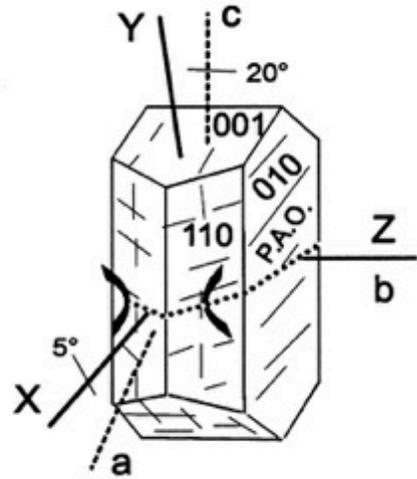
$$n_z = 1.524 - 1.539$$

$$n_z - n_x = 0.006$$

$$2V_x = 35^\circ - 70^\circ \text{ ca.}$$

Segno ottico  $\rightarrow (-)$

Peso specifico = 2.56 Durezza =  $6\frac{1}{2}$



**ABITO** : generalmente anedrale, talvolta euedrale in graniti

**COLORE** : incolore in s.s., ma quasi sempre torbido a causa dell'alterazione argillosa-sericitica

**RILIEVO** : assente, inferiore a quarzo e plagioclasì

**SFALDATURA** : perfetta secondo (001), buona secondo (010)

**BIRIFRANGENZA** : bassa, colori di interferenza grigio del I° ordine

**ESTINZIONE** : inclinata; tranne sulle sezioni in zona dell'asse b, dove è // alle tracce di sfaldatura (010)

**GEMINAZIONI** : semplici (Carlsbad, Baveno, Manebach)

**SMESCOLAMENTO**: **smescolamenti** con i termini albitici (**pertiti**) distribuiti sotto forma di vene, nastri o chiazze all'interno del K-feldspato fase dominante; se i componenti K e Na sono in quantità simili, vengono dette **mesopertiti**; **antipertiti** se la fase dominante è il plagioclasio; si sviluppano nel subsolidus per aumento della immiscibilità dovuto all'abbassamento di  $T^\circ$

**CONCRESCIMENTI GRANOFIRICI** : tra qz e K-feld (strutture grafiche, che si sviluppano per cristallizzazione all'eutettico.

**ALTERAZIONE** : in prodotti argillosi, detta caolinizzazione (caolino-illite) e sericitici che rendono la superficie torbida

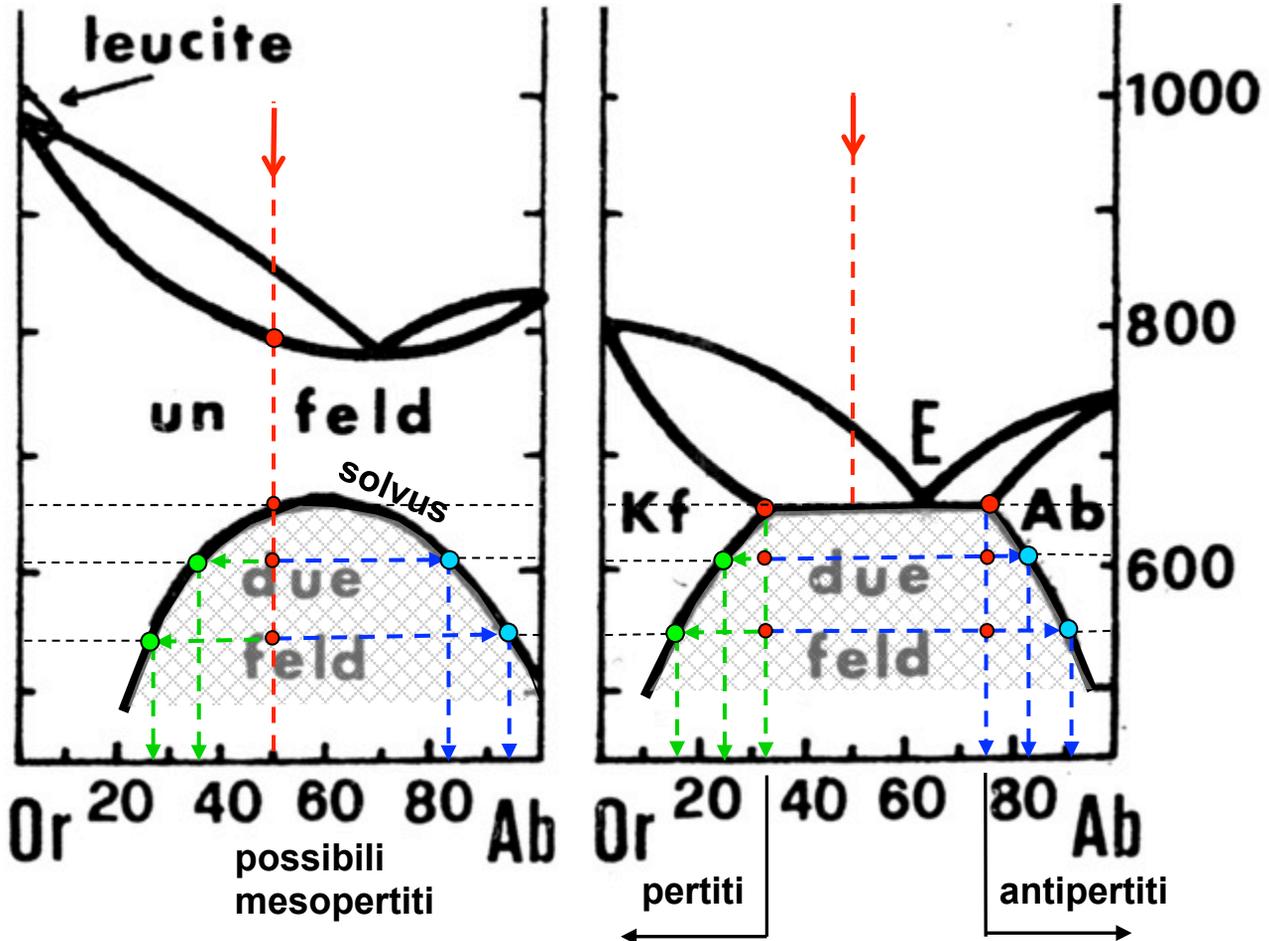
**CARATTERI DIAGNOSTICI** : incolore o con aspetto torbido, basso rielavo, bassi colori di interferenza, geminazioni semplici, segno ottico -,  $2V\alpha$  grande, **smistamenti pertitici/mesopertitici**.

**PARAGENESI** : in r. intrusive acide e alcaline (graniti, granodioriti, sieniti, monzoniti; in r. metamorfiche di alto grado (gneiss, granuliti acide)

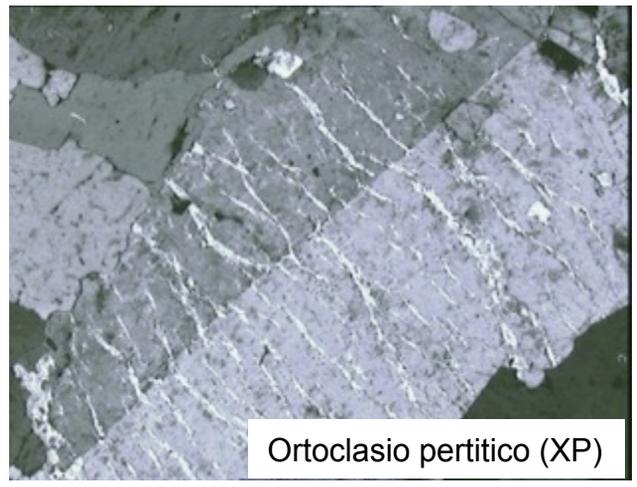
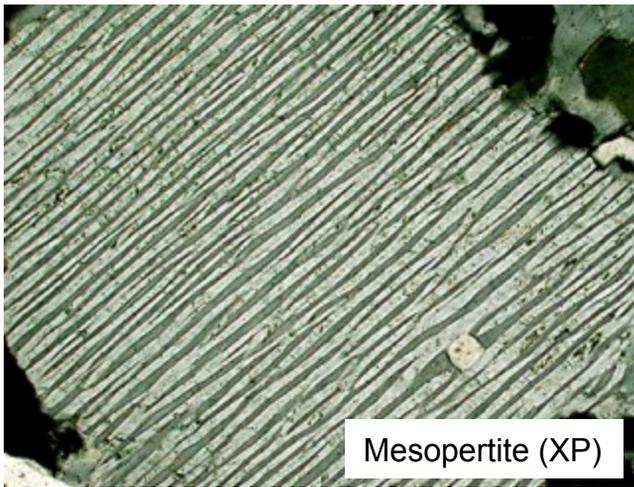
in crosta 1Kb  $\approx$  3.7 km ( per  $\rho$  graniti  $\approx$  2.7 g/cm<sup>3</sup>)

$P_{H_2O} = 2 \text{ Kb}$

$P_{H_2O} = 5 \text{ Kb}$

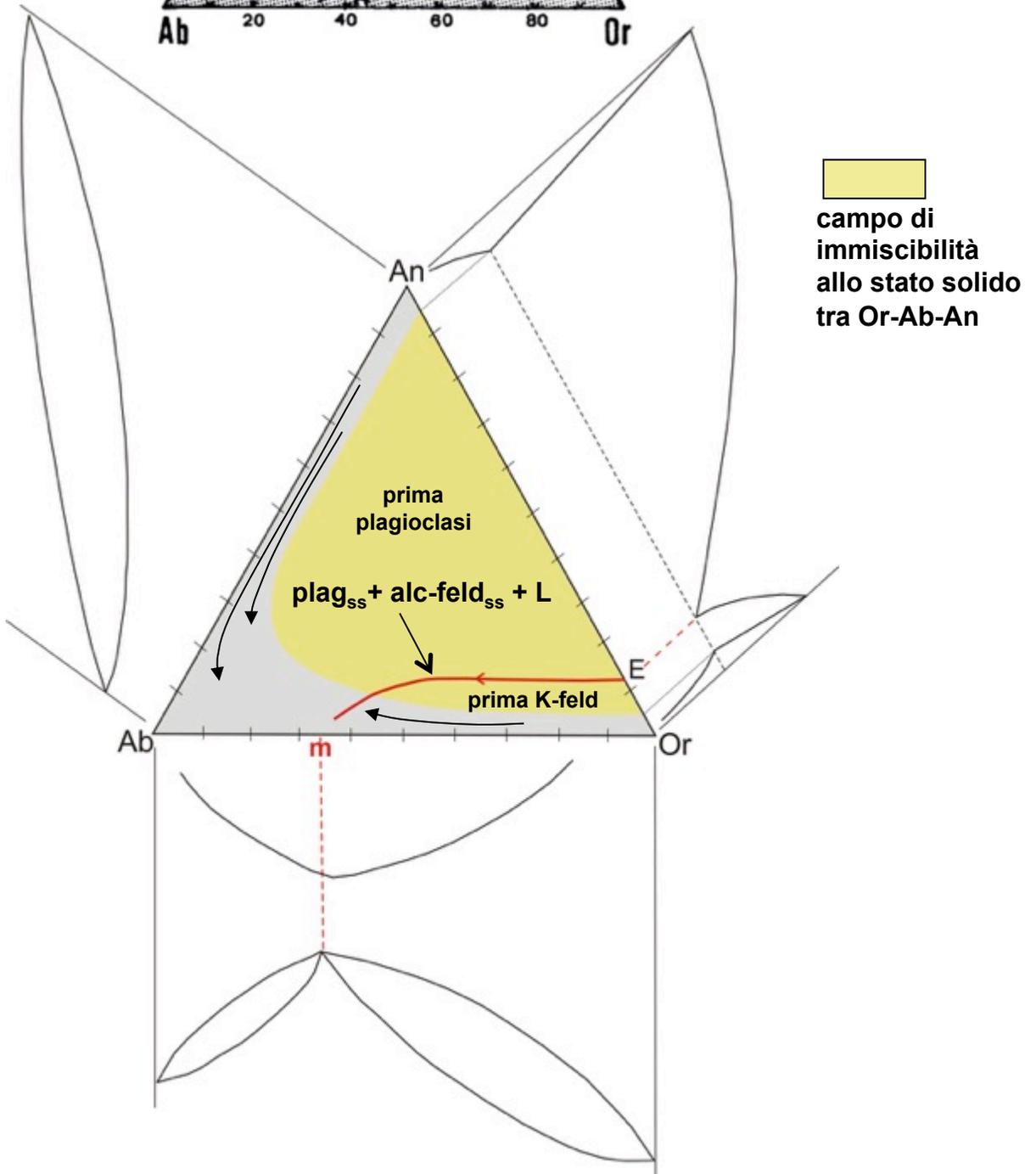
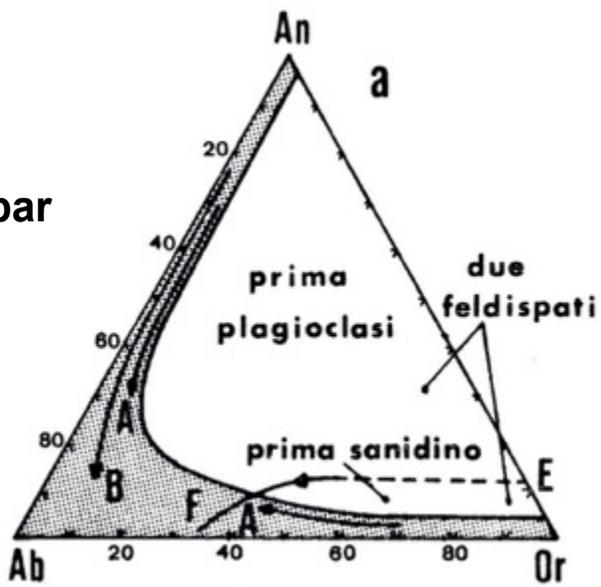


Processo di smescolamento con produzione di pertiti (antipertiti o mesopertiti; campo grigio sotteso dalla curva detta solvus).

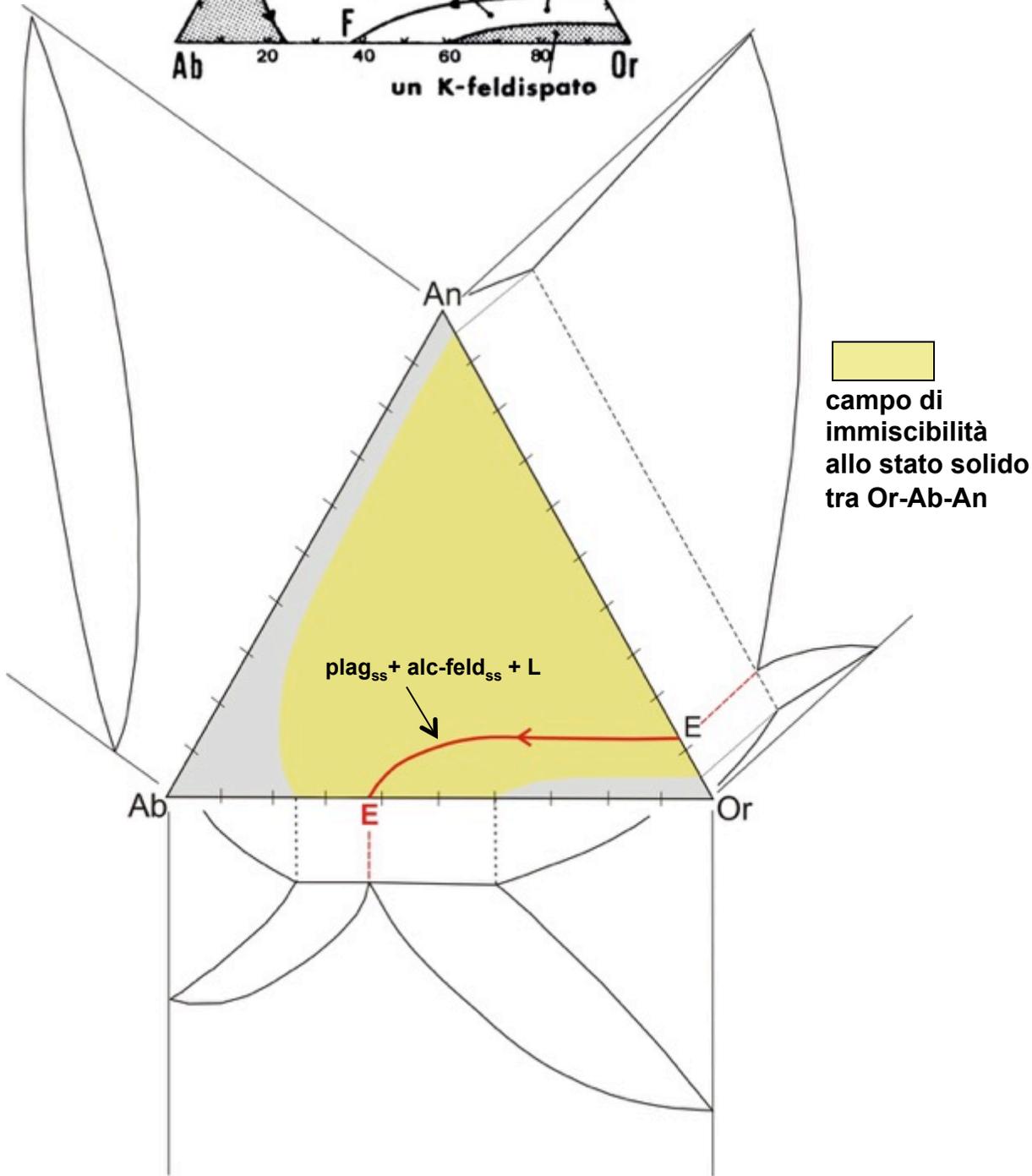
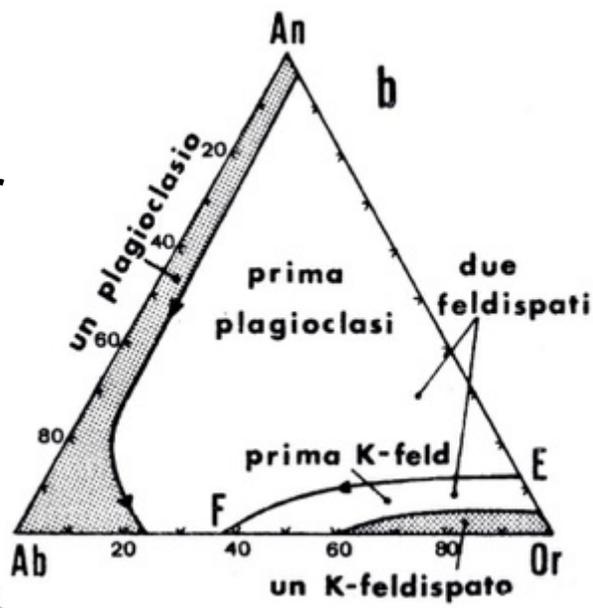


Lo smescolamento si verifica in condizioni cinetiche favorevoli, per lento raffreddamento delle fasi cristallizzate, quindi in condizioni intrusive; questo differenzia gli alcali-feldspati plutonici (ortoclasio, microclino) da quelli vulcanici (sanidino/anortoclasio)

$P_{H_2O} = 2 \text{ Kbar}$



$P_{H_2O} = 5 \text{ Kbar}$



campo di immiscibilità allo stato solido tra Or-Ab-An

MICROCLINO



Tectosilicato Triclinico

$n_x = 1.518 - 1.520$

$n_z - n_x = 0.006$

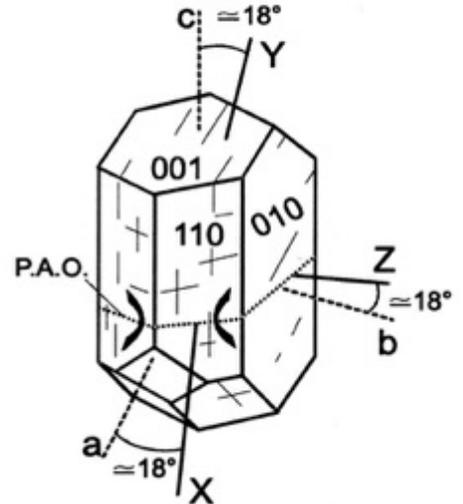
$n_y = 1.522 - 1.524$

$n_z = 1.524 - 1.526$

$2V_x = 70^\circ - 80^\circ \text{ ca.}$

Segno ottico → (-)

Peso specifico = 2.56 Durezza = 6½



**ABITO** : generalmente anedrale, euedrale in graniti

**COLORE** : incolore, ma spesso torbido per alterazione meno marcata però dell'ortoclasio

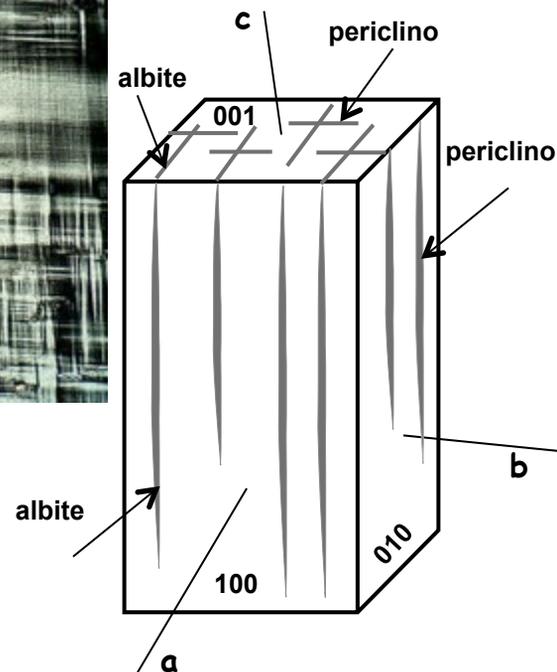
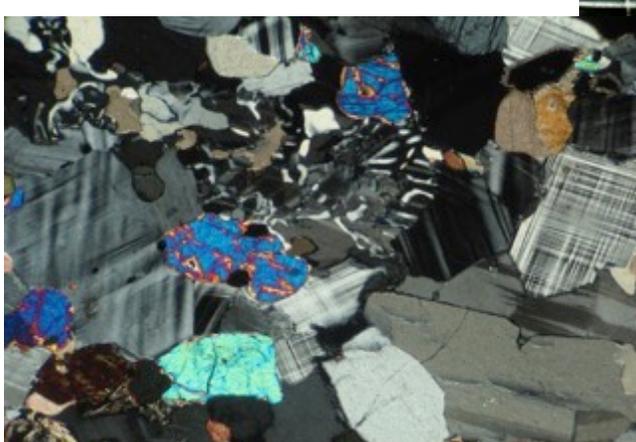
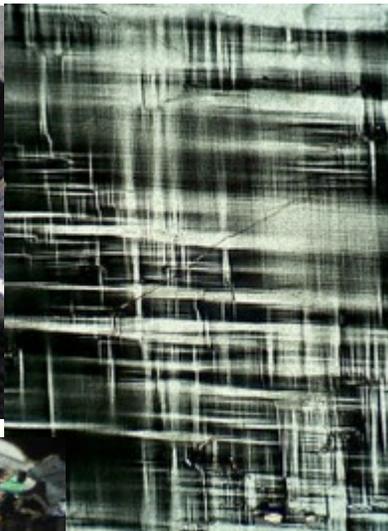
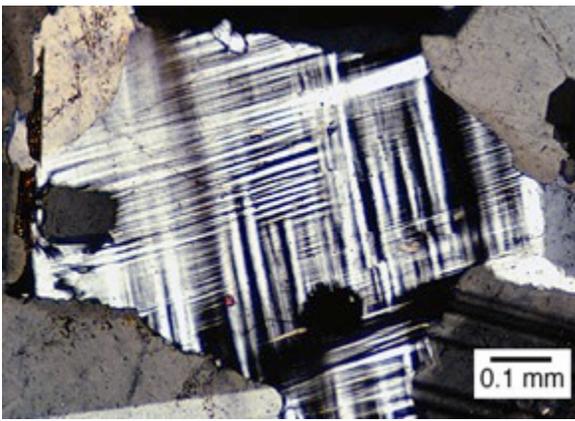
**RILEVO**: assente, inferiore a quarzo e plagioclasi

**SFALDATURA** : perfetta secondo (001), buona secondo (010)

**BIRIFRANGENZA** : bassa, colori di interferenza grigio del I° ordine

**ESTINZIONE** : inclinata

**GEMINAZIONI** : polisintetiche Albite (010) – Periclino (100), che si intersecano a 90° sul piano (001) formando la tipica **struttura a graticcio**



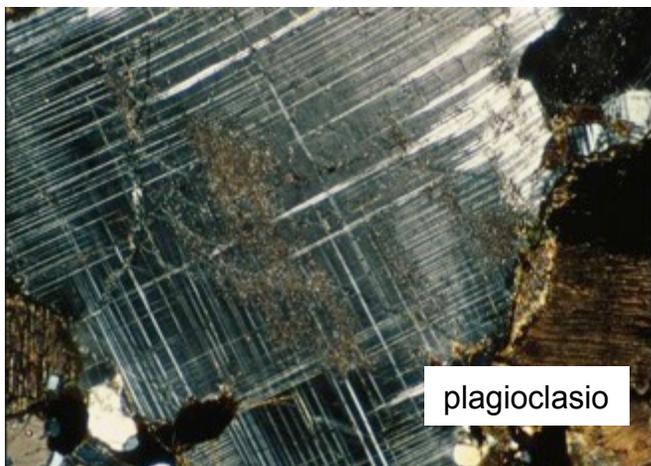
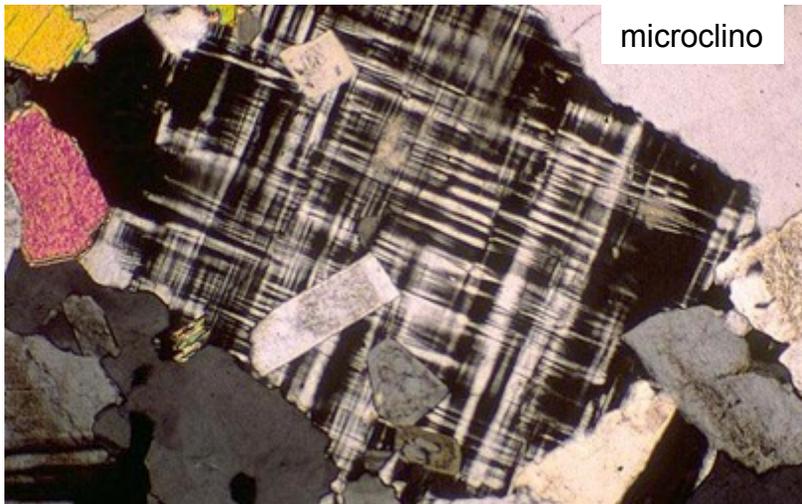
**SMISTAMENTI** : (eventualmente) peritici

**CONCRESCIMENTI** : con il quarzo

**CARATTERI DIAGNOSTICI** : incolore, basso rilievo e colori d'interferenza, geminazioni a graticcio

**PARAGENESI** : in rocce intrusive acide/alcaline (graniti, granodioriti, sieniti, monzoniti) e metamorfiche

NB: Anche plagioclasio e l'anortoclasio possono avere le geminazioni Albite-Periclino: ma nei plagioclasio gli individui geminati estinguono in maniera molto netta, mentre nel microclino in maniera sfumata; l'anortoclasio ha geminazioni più fitte e minute del microclino e si trova in rocce vulcaniche



**SANIDINO**

Tectosilicato Monoclino

$n_x = 1.518 - 1.525$

$n_z - n_x = 0.005 - 0.007$

$n_y = 1.522 - 1.530$

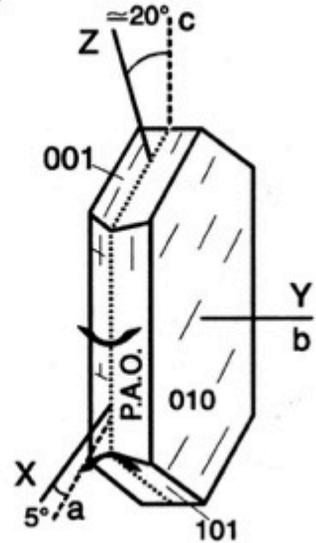
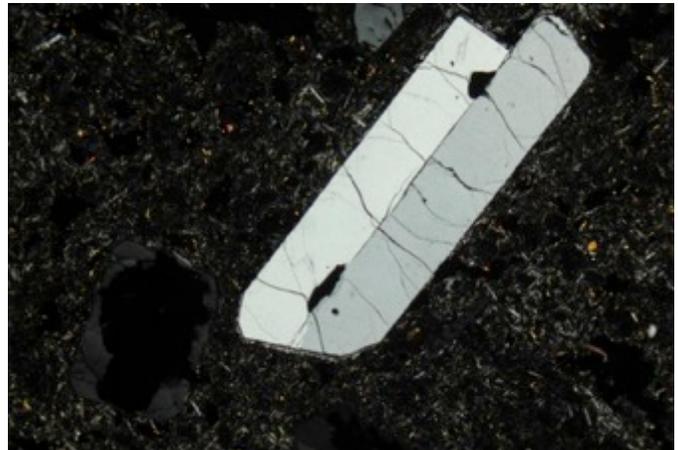
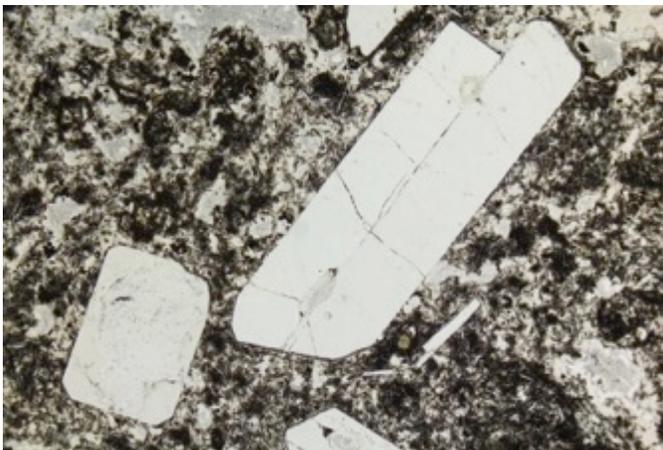
$n_z = 1.523 - 1.532$

$2V_x = 0^\circ - 50^\circ$

Segno ottico  $\rightarrow (-)$ 

Peso specifico = 2.56

Durezza = 6

**ABITO:** prismatico tabulare**COLORE:** incolore, limpido, trasparente**RILIEVO:** assente**SFALDATURA:** perfetta secondo (001), buona secondo (010)**BIRIFRANGENZA:** bassa, colori d'interferenza grigio del 1° ordine**ESTINZIONE:** inclinata ; parallela su sezioni in zona con l'asse b**GEMINAZIONI:** semplici (+ frequente Carlsbad)**FIGURA DI INTERFERENZA:** biassico -, piccolo  $2V\alpha$ **CARATTERI DIAGNOSTICI:** abito tabulare, limpidezza, solo geminazioni semplici, bassa birifrangenza, piccolo  $2V\alpha$  (talvolta quasi uniassico)**PARAGENESI:** solo in rocce effusive acide/intermedie/alcaline (rioliti, trachiti, fonoliti); in r. metamorfiche di contatto di altissima T°

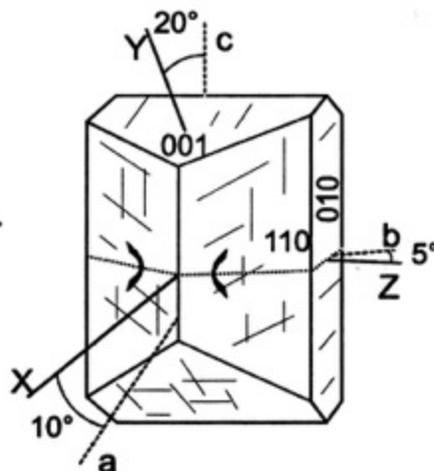
## ANORTOCLASIO (Na,K)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]

Tectosilicato Triclinico

$n_x = 1.523 - 1.527$       $n_z - n_x = 0.007$   
 $n_y = 1.528 - 1.533$   
 $n_z = 1.530 - 1.534$       $2V_x = 10^\circ - 40^\circ \text{ ca.}$

Segno ottico → (-)

Peso specifico = 2.60     Durezza = 6½



**ABITO** : in genere tabulare

**COLORE**: incolore, a volte torbido per alterazioni micacee-argillose

**RILIEVO**: assente

**SFALDATURA** : secondo (001) e/o (010)

**BIRIFRANGENZA** : bassa, colori di interferenza grigio 1° ordine

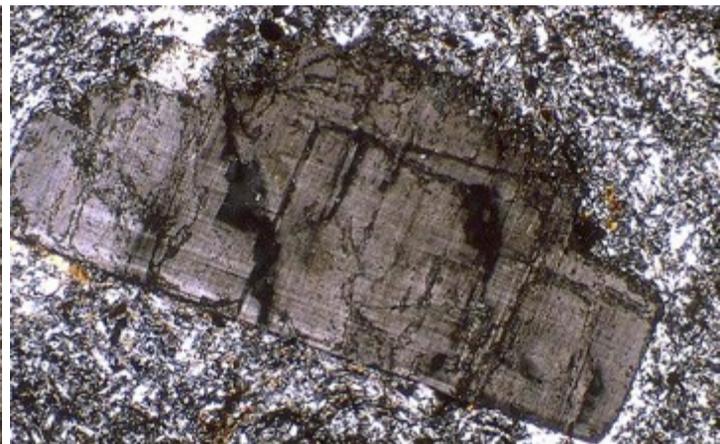
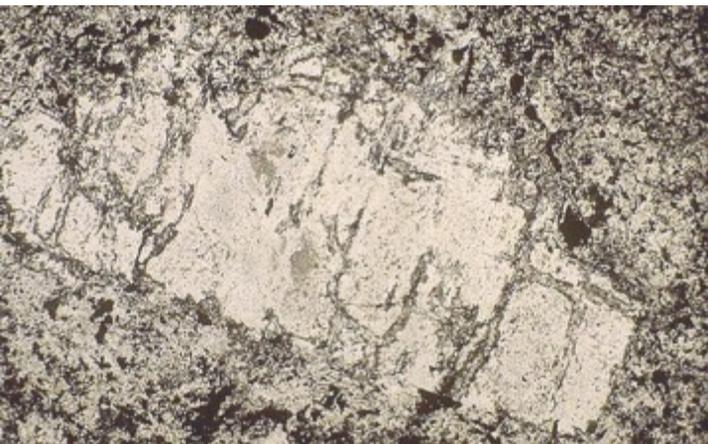
**ESTINZIONE** : inclinata

**GEMINAZIONI** : polisintetiche Albite-Periclino, simili al microclino,  
ma poco evidenti perché molto sottili

**FIGURA DI INTERFERENZA**: biassico – ,  $2V\alpha$  medio

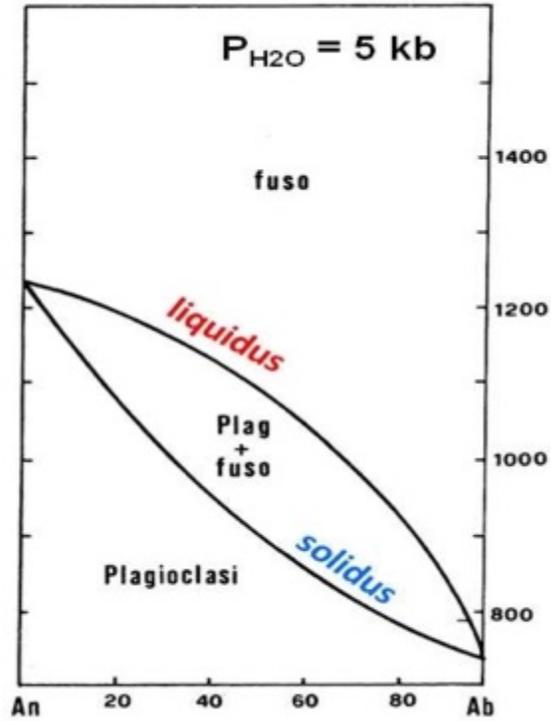
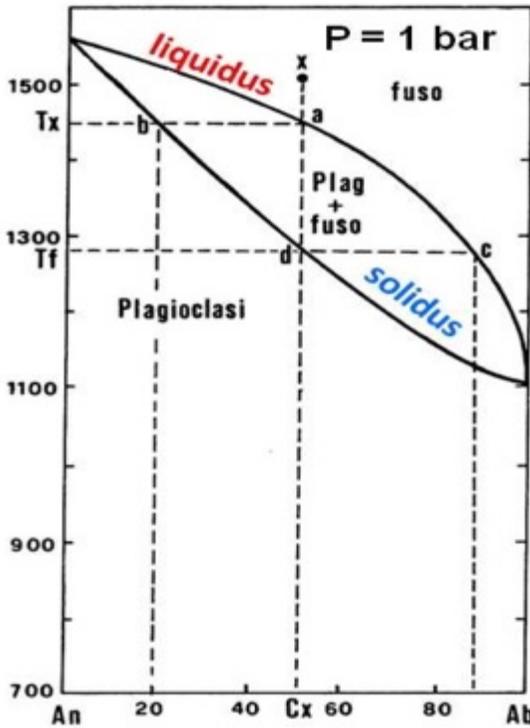
**CARATTERI DIAGNOSTICI**: incolore, bassa birifrangenza,  $2V\alpha$  medio-piccolo,  
geminazioni polisintetiche molto fini

**PARAGENESI** : esclusivamente in rocce vulcaniche o ipoabissali ricche in  
alcali (trachiti, fonoliti)

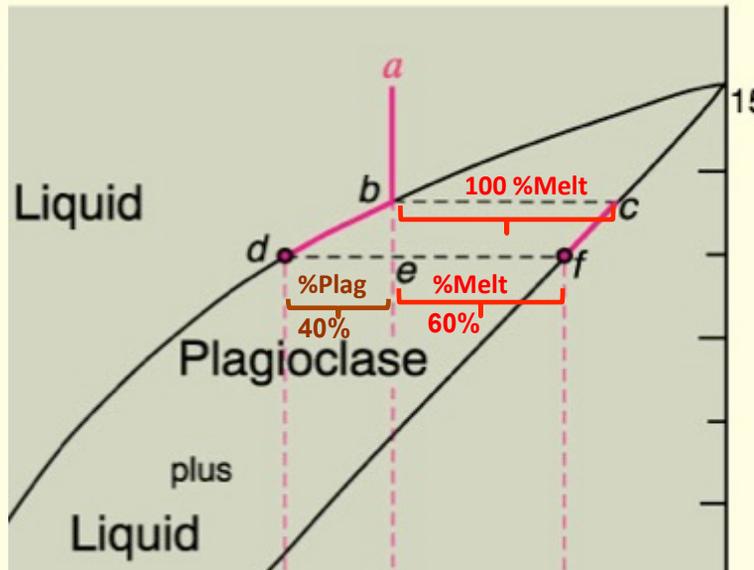
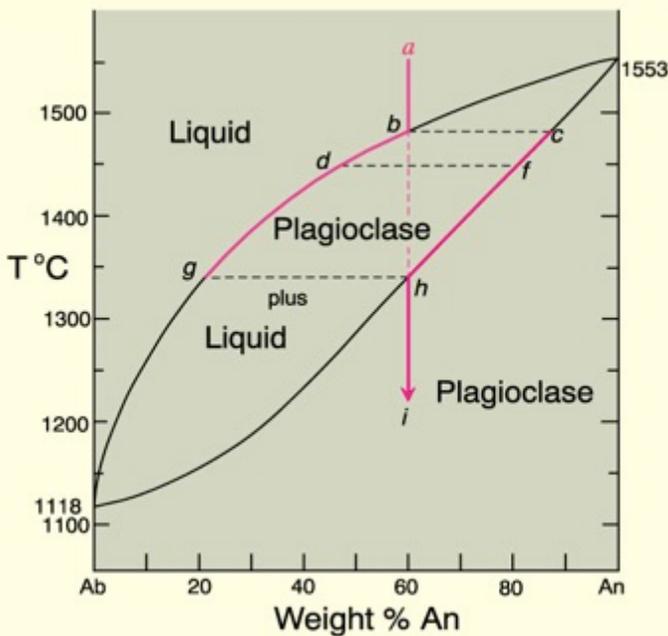


# PLAGIOCLASI (Na-Ca feldspati)

## Serie isomorfa tra Albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ e Anortite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$



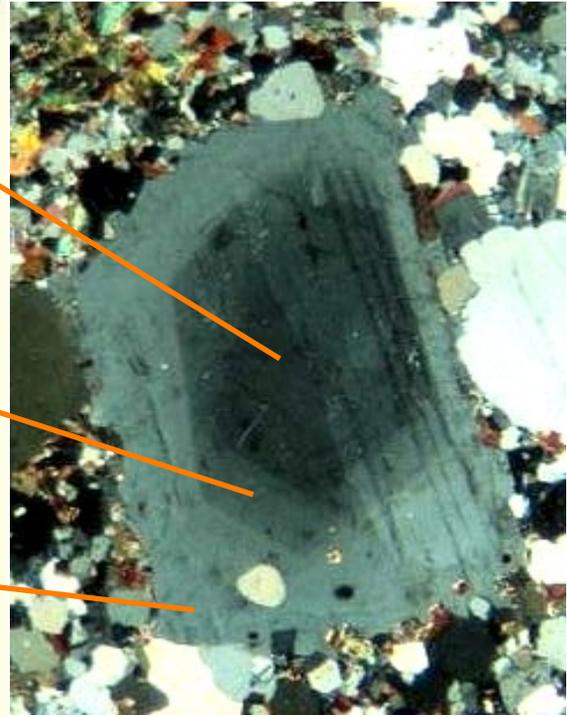
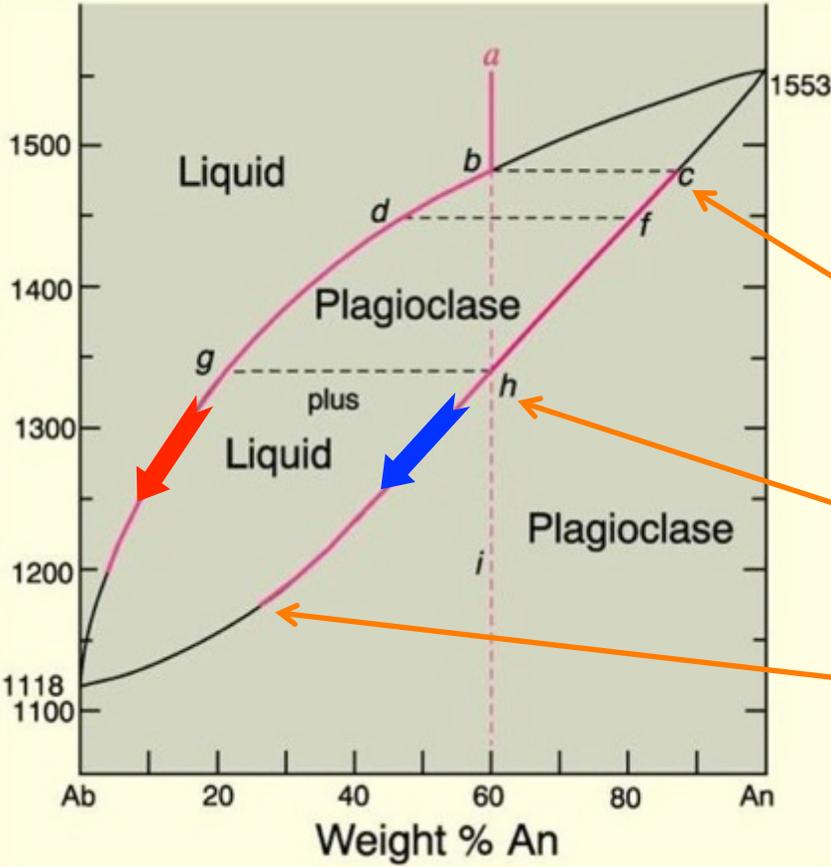
Le  $T^\circ$  di cristallizzazione dei plagioclasati variano in funzione della loro composizione e delle condizioni di Pressione di fluidi ( $P_{\text{H}_2\text{O}}$ ) del sistema



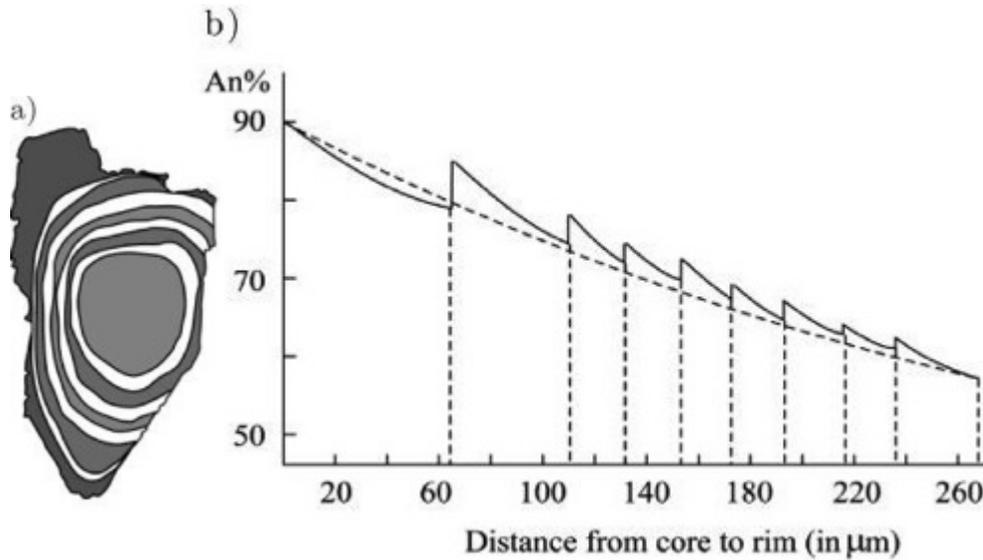
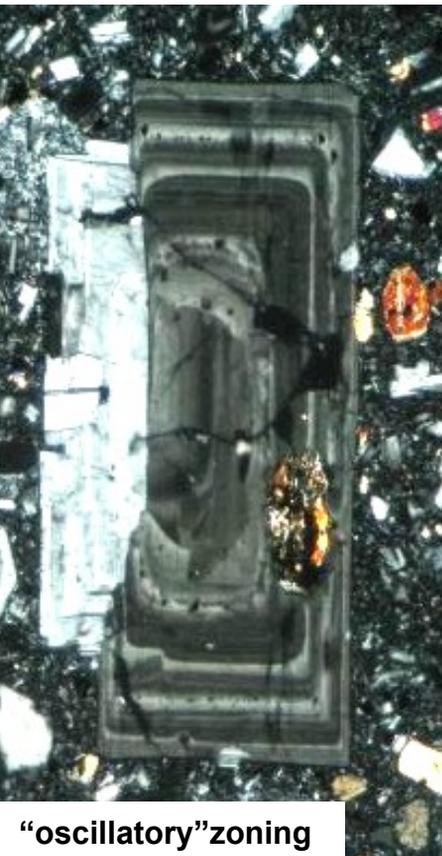
**Cristallizzazione all'equilibrio:** i cristalli reagiscono continuamente con il liquido ed entrambi si evolvono verso composizioni più ricche in Ab. Il plagioclasio finale è omogeneo, con composizione uguale al liquido di partenza

**Regola della leva:** permette di definire in ogni step la % di solido cristallizzato e quella di liquido residuale

“normal” continuous zoning

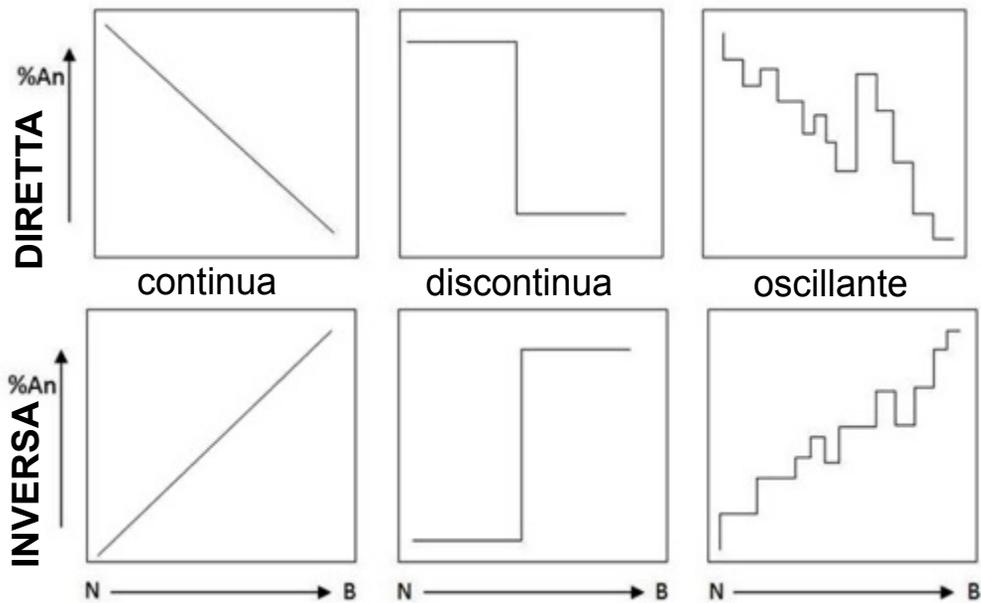


In natura una situazione di perfetto equilibrio non si verifica quasi mai perché la continua reazione tra i Ca-rich cristalli di prima generazione e ed il liquido è ostacolata dagli strati cristallini di neoformazione progressivamente più Na-rich, stabili a  $T^\circ$  via via decrescenti. **Risultato : cristalli ZONATI**

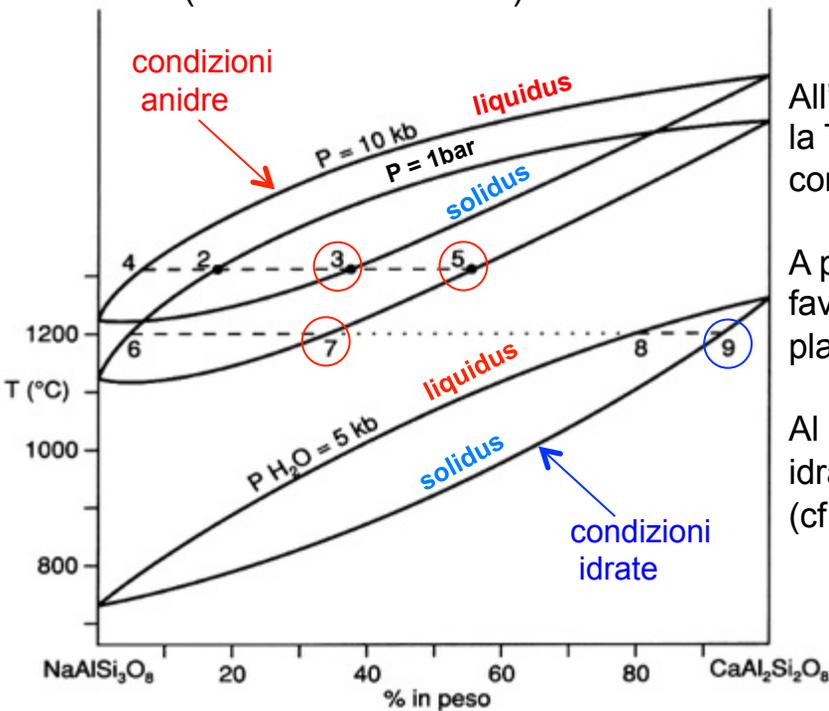


“oscillatory” zoning

# Tipi di zonatura



CAUSE : variazione dell'undercooling (sottoraffreddamento), variazione della pressione dei fluidi ( $P_{H_2O}$ ), mixing magmatico (quest'ultimo associato alla "sieve texture" (tessitura a setaccio))



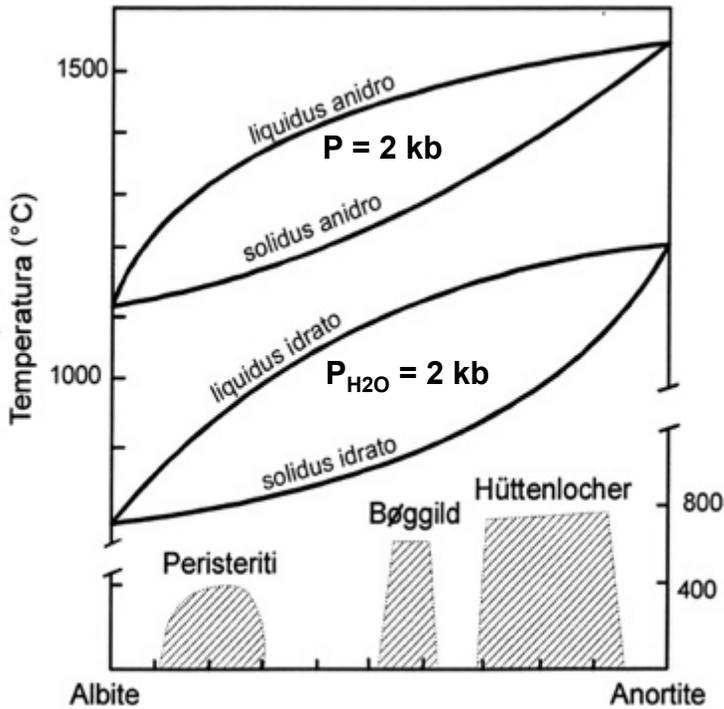
All'aumentare della P anidra aumenta la  $T^\circ$  di cristallizzazione, mentre il contrario succede in condizioni idrate.

A parità di  $T^\circ$ , l'aumento di P anidra favorisce la cristallizzazione di plagioclasti più sodici (cf. punti 5 e 3).

Al contrario, a pari  $T^\circ$ , l'aumento di P idrata favorisce plagioclasti più calcici (cf. punti 7 e 9).



Sieve texture in plagioclasti

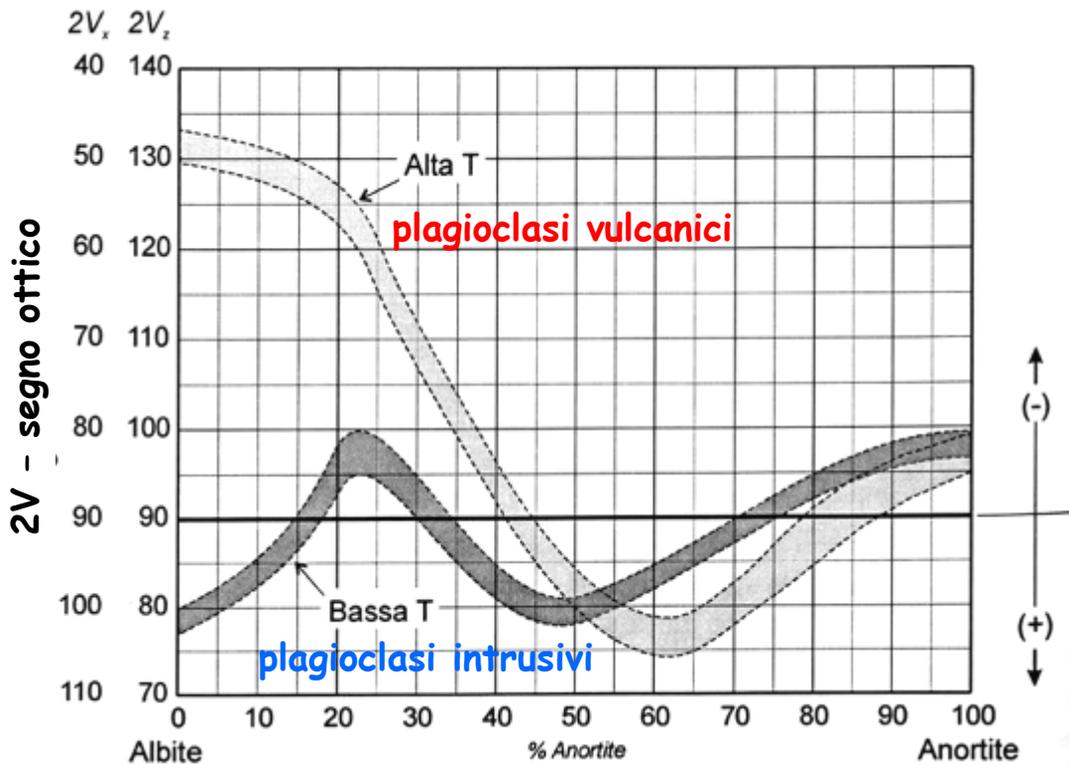
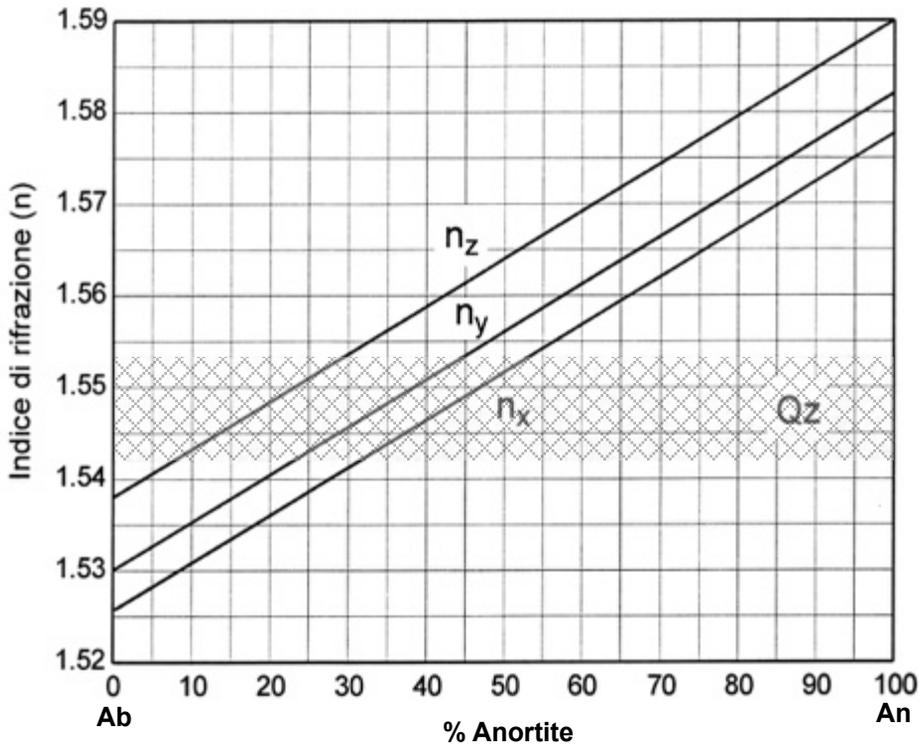


La miscibilità è completa ad alta T°, mentre a bassa T° esistono dei piccoli campi di immiscibilità, alcuni dei quali (Bøggild) danno origine all'iridescenza dei plagioclasti (nota come labradorescenza) presente in alcune rocce intrusive (anortositi).



Alcune caratteristiche ottiche dei plagioclasii variano con la composizione :

### Indici di rifrazione segno ottico - 2V



	<b>ALBITE</b> Na[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	<b>ANORTITE</b> Ca[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	
Tectosilicati Triclini			
	Albite alta T	Albite bassa T	Anortite
$n_x =$	1.528	1.528	1.575
$n_y =$	1.532	1.533	1.583
$n_z =$	1.534	1.539	1.588
$n_z - n_x =$	0.007	0.010	0.013
$2V_x =$	50° ca.	100° ca.	78° ca.
Segno ottico	(-)	(+)	(-)
Peso specifico =	2.62	2.62	2.76
Durezza	6-6½	6-6½	6-6½

**ABITO:** tabulare, in genere euedrale in rocce magmatiche

**COLORE:** incolore, ma spesso torbidi a causa dei prodotti di alterazione

**RILIEVO :** indici di rifrazione e rilievo aumentano con la %An; rilievo assente nell'albite, debole negli altri termini

**SFALDATURA:** possibili secondo (001) e (010)

**BIRIFRANGENZA:** debole, colori di interferenza grigio del 1° ordine

**ESTINZIONE:** inclinata, con angoli molto variabili in quanto l'orientazione della indicatrice ottica varia al variare della %An

**GEMINAZIONI:** semplici e polisintetiche, secondo più leggi (Albite, Periclino, Carlsbad spesso associate, le più frequenti: Albite-Carlsbad, Albite-Periclino, Albite-Carlsbad-Periclino). Se il cristallo non è zonato, dall'angolo di estinzione dei geminati si ricava il suo contenuto in An (vedi figura)

Geminazioni secondarie : si sviluppano per sollecitazioni meccaniche, appaiono come lamelle lentiformi/aghiformi che si interrompono all'interno dei cristalli

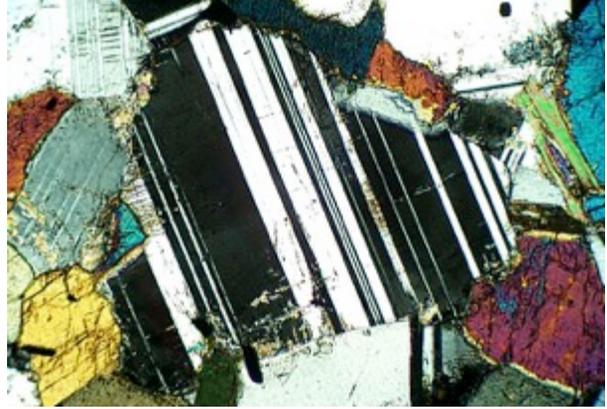
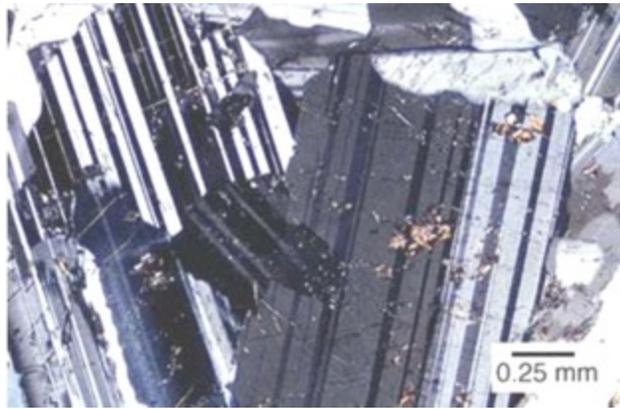
**FIGURA DI INTERFERENZA:** segno ottico e 2V variano in funzione della composizione e della T° (vedi figura)

**ALTERAZIONE:** in prodotti argillosi, sericitici (su plag sodici; *sericitizzazione*) ed epidotici (su plag calcici; *saussuritizzazione*).

Tanto più sono ricchi in Ca, tanto più sono sensibili all'alterazione.

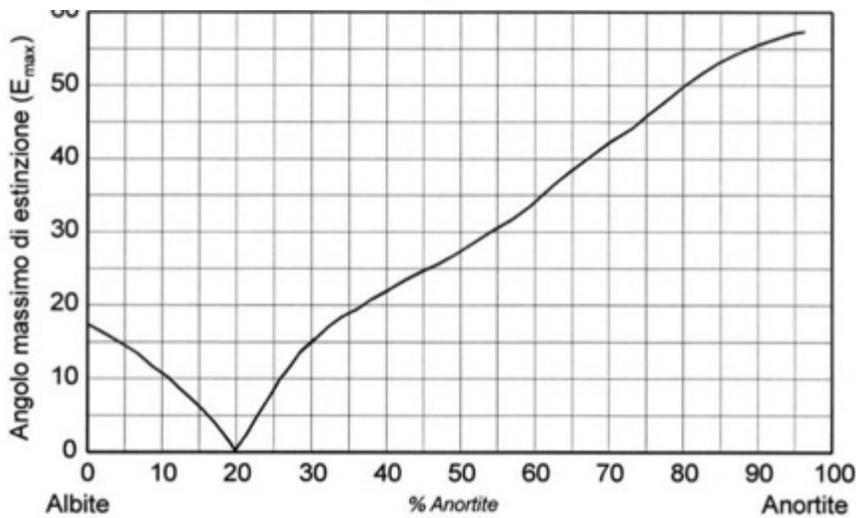
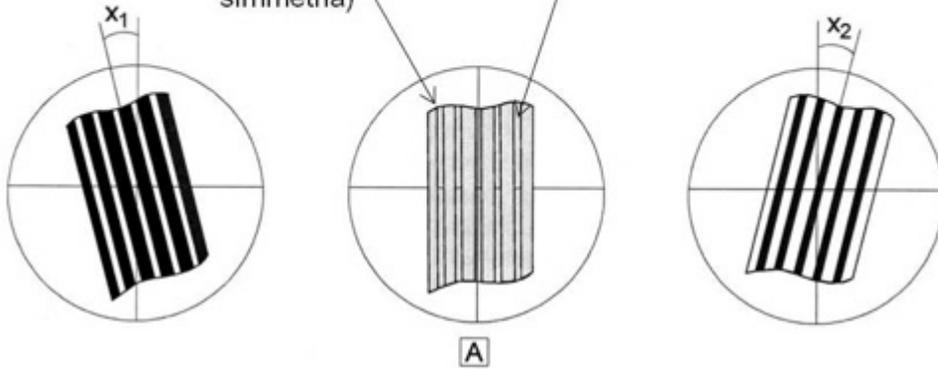
**CARATTERI DIAGNOSTICI:** incolori o con una tipica alterazione (diversa dagli alcalifeldspati, basso rilievo e colori di interferenza, tipiche geminazioni polisintetiche e zonature).

**PARAGENESI:** in quasi tutte le rocce magmatiche (escluse alcune rocce granitiche e ultrafemiche) e metamorfiche



sezione normale  
al piano (010)  
(zona di  
simmetria)

traccia del piano di  
geminazione albite (010)



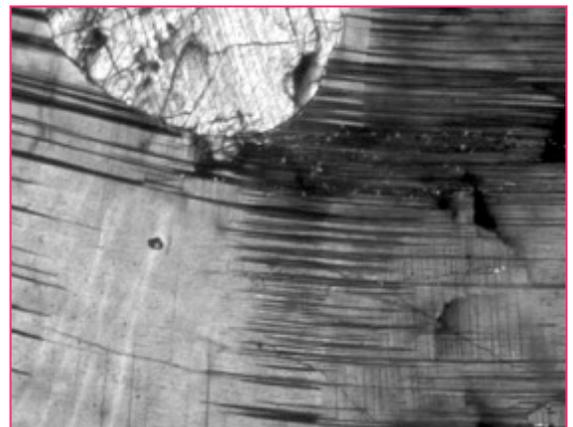
**B**

### Determinazione della composizione dei plagioclasti geminati Albite

a) misura dell' angolo di estinzione delle 2 serie di geminati sulla sezione perpendicolare a (010), cioè in zona di simmetria

b) relazione tra angolo di estinzione massimo e % Anortite

Geminazioni secondarie prodotte da deformazione



---

**NEFELINA**

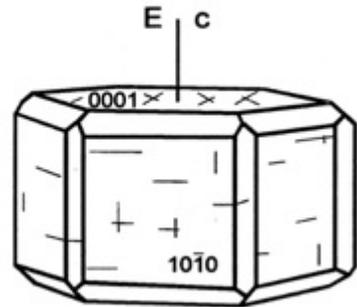
Tectosilicato Esagonale

$$n_o = 1.529 - 1.546 \quad n_o - n_e = 0.003 - 0.005$$

$$n_e = 1.526 - 1.542$$

Segno ottico  $\rightarrow (-)$ 

Peso specifico = 2.56 - 2.66    Durezza = 5½ - 6



**ABITO:** generalmente idiomorfo, a contorno esagonale (sezioni basali), rettangolare o quadrato a seconda del taglio, spesso con inclusioni disposte parallelamente ai bordi

**COLORE:** incolore, spesso torbida perché facilmente alterabile

**RILIEVO:** assente

**SFALDATURE:** possibili (1010) e (0001)

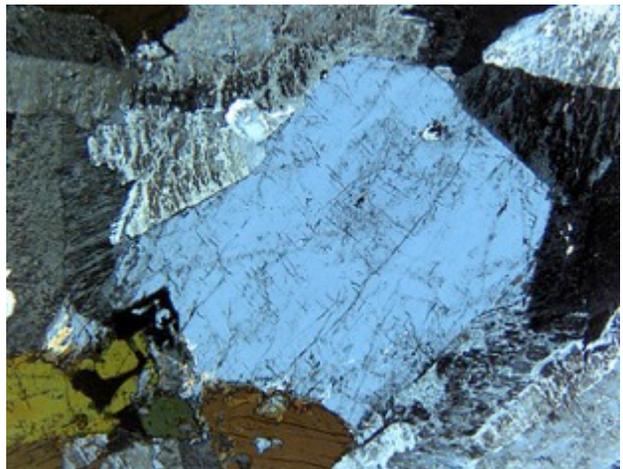
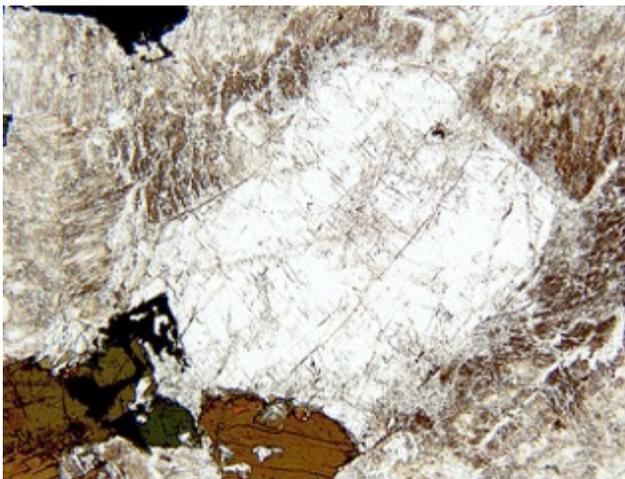
**BIRIFRANGENZA:** molto bassa, colori di interferenza max grigio 1° ord.

**ESTINZIONE:** retta rispetto all'allungamento o alle tracce di sfaldatura

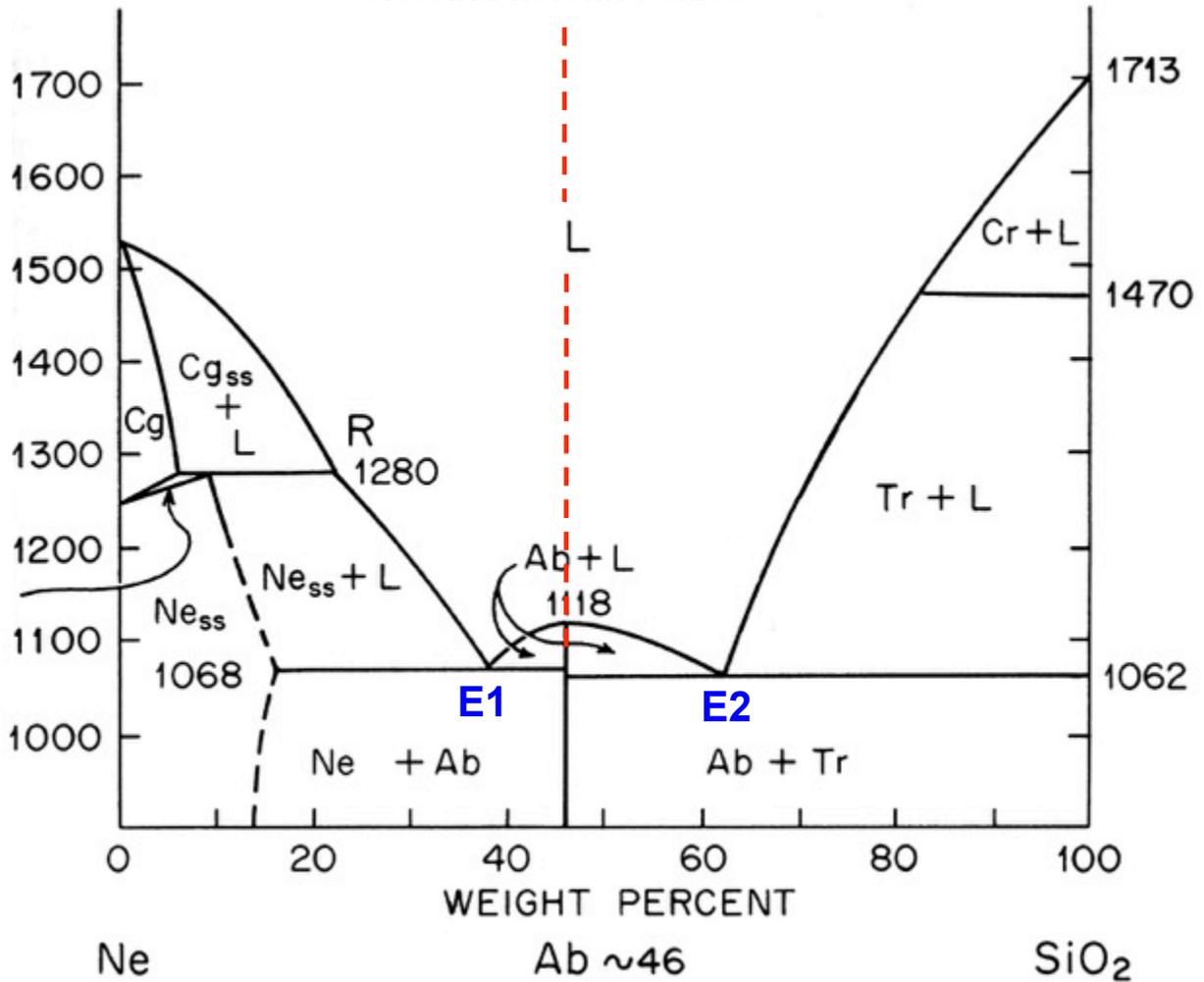
**FIGURA DI INTERFERENZA:** uniassico – , da verificare sulle sezioni basali a contorno esagonale

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** bassissimo rilievo, incolore, colori d'interferenza grigi, otticamente uniassica – .

**PARAGENESI:** in rocce magmatiche sottosature in  $\text{SiO}_2$  e ricche in alcali, sia intrusive (sieniti a Ne) che effusive (fonoliti, tefriti, nefeliniti)



## Sistema nefelina-silice



Nel sistema l'albite rappresenta il composto a fusione congruente, e va letto come due sistemi con relativi eutettici (E1, E2) accostati.

L'albite costituisce una "barriera termica" (- - - -)

I liquidi sottosaturi in SiO<sub>2</sub> termineranno la cristallizzazione in E1, quelli sovrassaturi in E2.

**Significato petrologico:** incompatibilità di coesistenza di nefelina e quarzo.

---

**LEUCITE**

Tectosilicato

cubico A.T.  
tetragonale B.T.

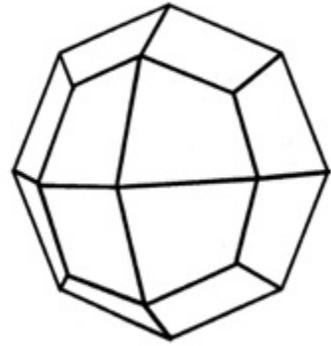
$$n = 1.508 - 1.511$$

$$n_e - n_o = 0.001$$

Segno ottico → (+)

Peso specifico = 2.47 - 2.50    Durezza = 5½ - 6

---



**ABITO:** idiomorfo, contorni poligonali o rotondeggianti; spesso con inclusioni vetrose o microliti disposti radialmente o in cerchi concentrici paralleli ai bordi dei cristalli

**COLORE:** incolore, senza tracce di sfaldatura

**RILIEVO:** basso o assente

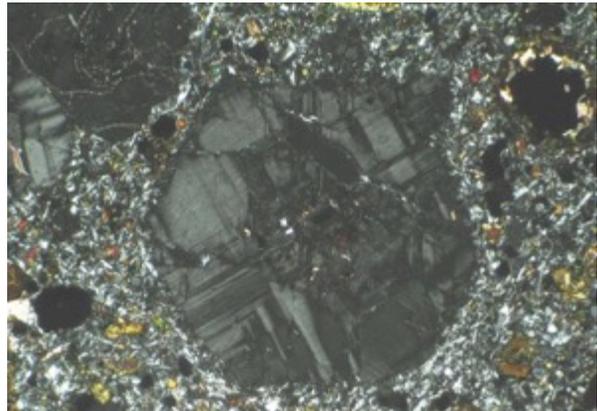
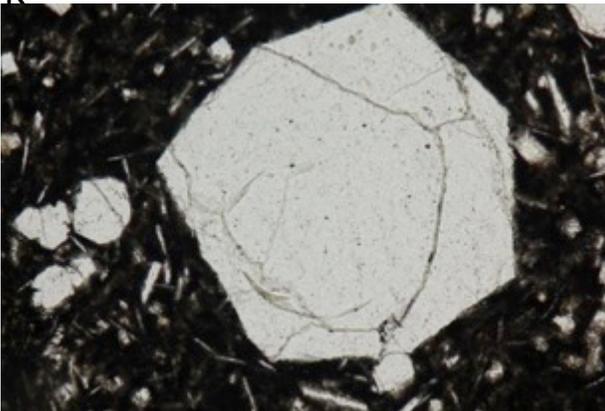
**BIRIFRANGENZA/ESTINZIONE:** ad alta T° cristallizza nel sistema cubico ed è quindi estinta a nicol incrociati; a bassa T° diventa tetragonale con bassissima birifrangenza e colori di interferenza grigio-scuro del 1° ordine. Durante l'inversione si forma un fitto aggregato di geminati lamellari, spesso disposti a settori (tipico nei fenocristalli)

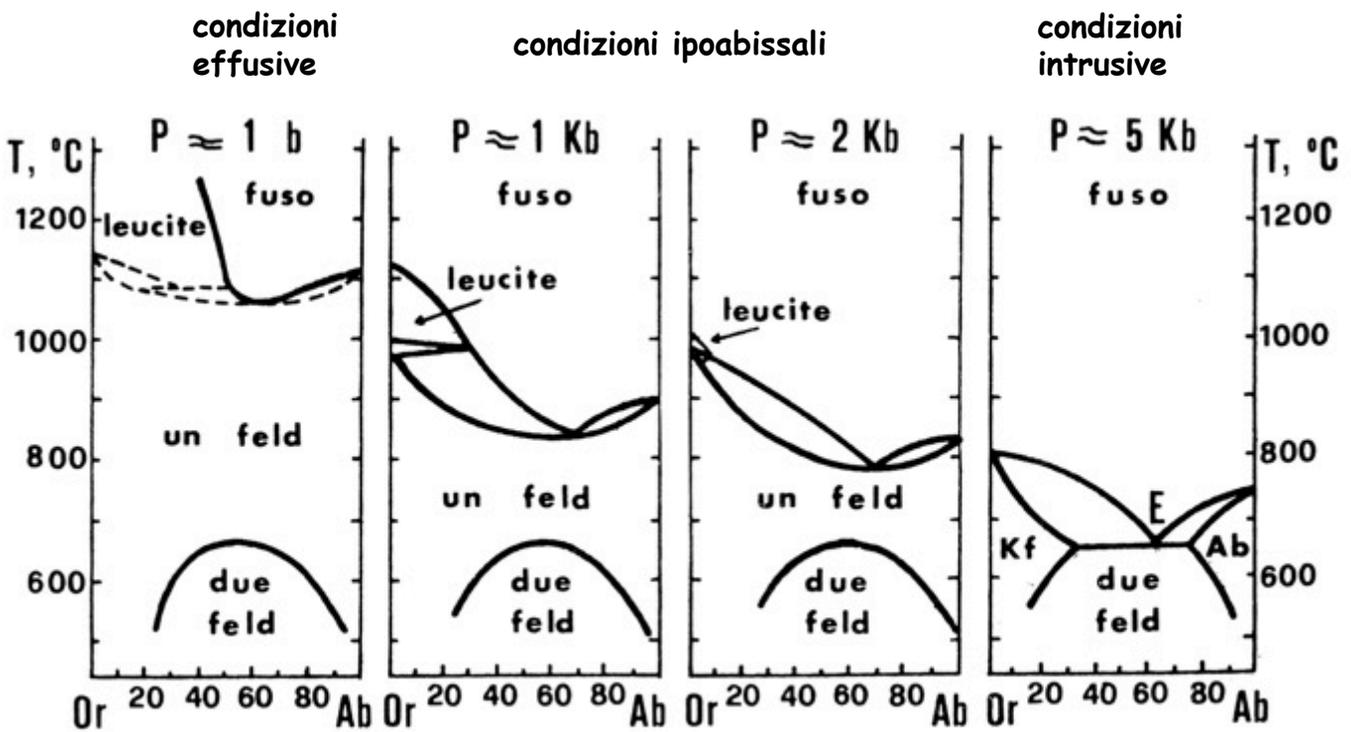
**ALTERAZIONE:** in caolino e analcime, talvolta con sostituzioni in feldspato potassico + nefelina (*pseudoleucite*)

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** l'abito subcircolare, incolore, le geminazioni polisintetiche a settori, la disposizione delle inclusioni.

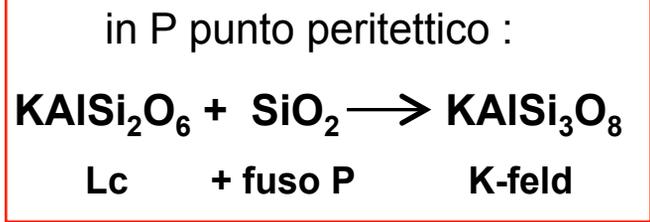
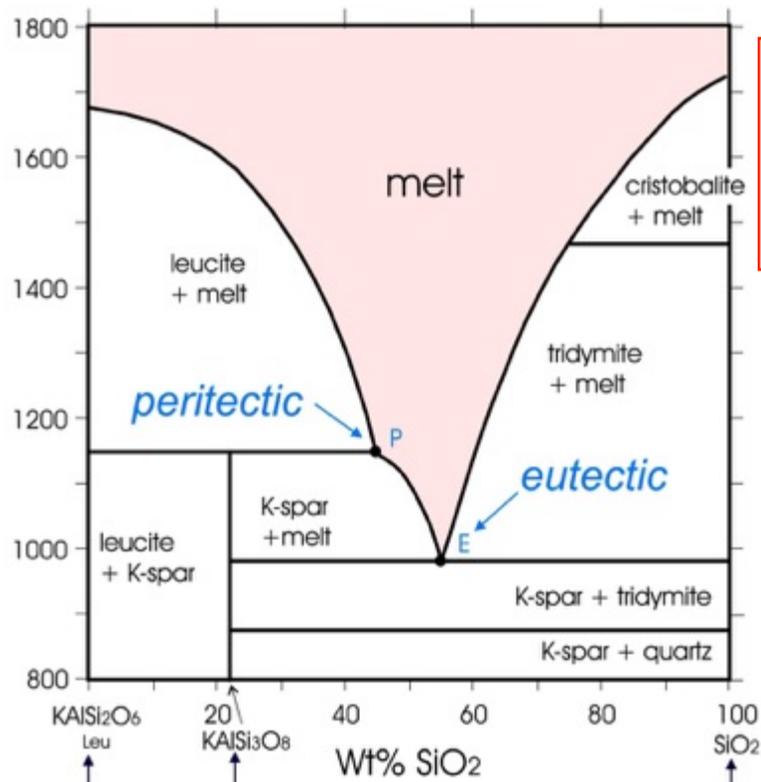
**PARAGENESI:** per lento raffreddamento si trasforma in K-feldspato, quindi si trova solo in rocce effusive o subeffusive sottosature in SiO<sub>2</sub> ricche in

K





Sistema K-feldspato-albite a  $P_{\text{H}_2\text{O}}$  crescente: il campo della leucite è presente solo a basse/issime  $P$  e si riduce all'aumentare della  $P_{\text{H}_2\text{O}}$  fino a scomparire. Questo significa che la leucite è presente solo in rocce vulcaniche o ipoabissali

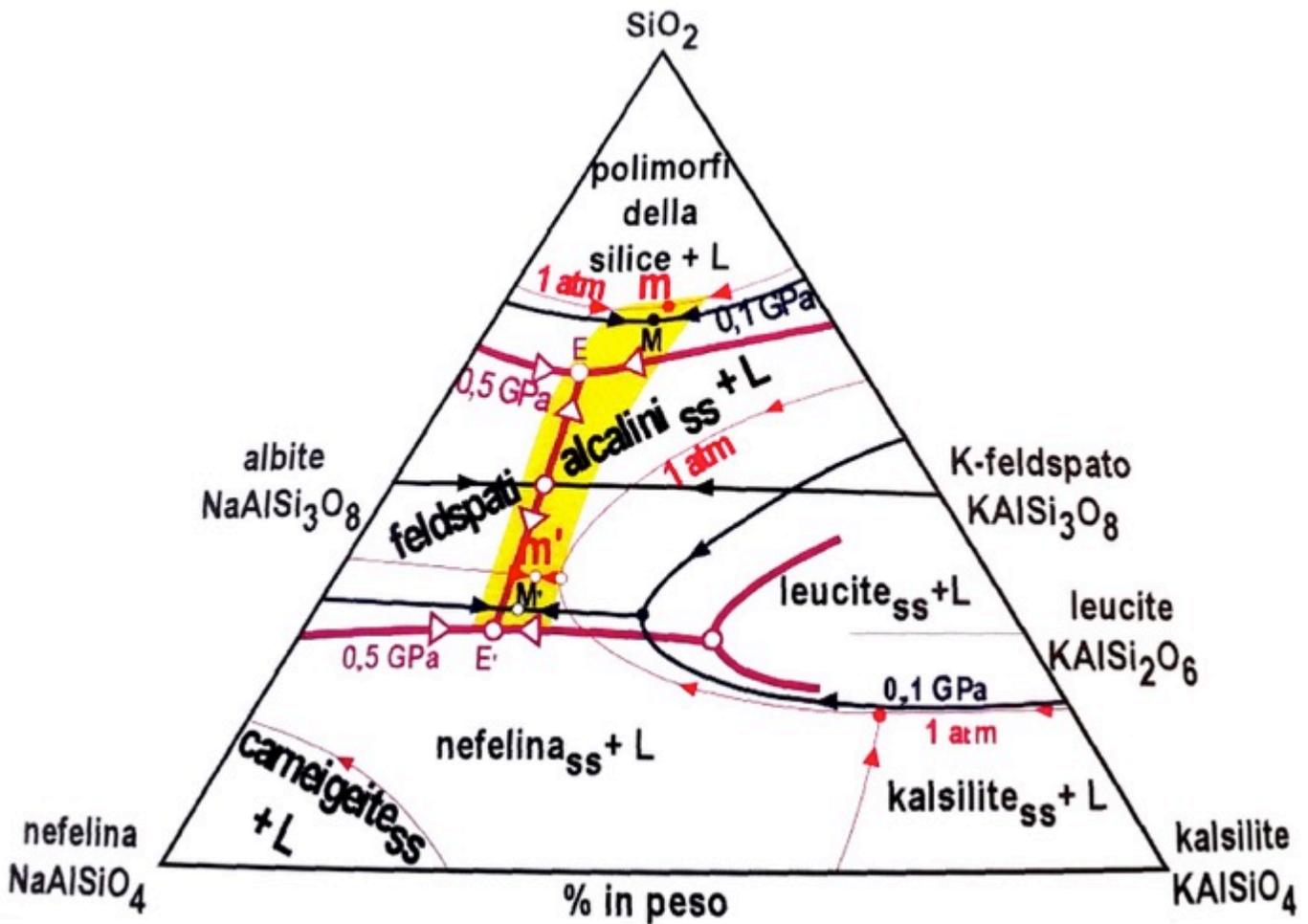


in E punto eutettico :

K-feld + qz

Sistema Leucite-SiO<sub>2</sub> dove il K-feldspato rappresenta il composto intermedio a fusione incongruente. In condizioni di cristallizzazione all'equilibrio leucite e quarzo non possono coesistere.

# SISTEMA PETROGENETICO RESIDUALE



Linea di saturazione (in SiO<sub>2</sub>) Ab-Kf = barriera termica

**Significato:** i magmi sottosaturi in silice (composizione nella parte Ab-Kf-Ne-Ks) non possono diventare soprassaturi (composizione nella parte Ab-Kf-SiO<sub>2</sub>) e viceversa, mediante processi di cristallizzazione

Fascia gialla = valle termica

m M E = minimi termici del sistema soprassaturo a  $\neq P$  e  $\neq H_2O$  nel sistema - detto minimo granitico/riolitico, corrisponde alla composizione dei fusi soprassaturi più evoluti (cioè, residuali)

m' M' E' = minimi termici del sistema sottosaturo a  $\neq P$  e  $\neq H_2O$  nel sistema - detto minimo nefelin sienitico/fonolitico, corrisponde alla composizione dei fusi sottosaturi più evoluti (cioè, residuali)

punto sulla linea Ab-Kf = minimo sienitico/trachitico (= fusi residuali saturi)

# MUSCOVITE



Fillosilicato Monoclino

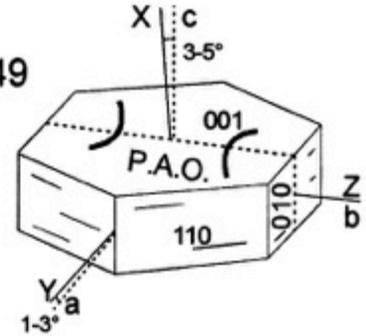
$$n_x = 1.552 - 1.576$$

$$n_y = 1.582 - 1.615$$

$$n_z = 1.587 - 1.618$$

$$n_z - n_x = 0.036 - 0.049$$

$$2V_x = 28 - 47^\circ$$



Segno ottico → (-)

Peso specifico = 2.77 - 2.88      Durezza = 2½ - 3

**ABITO:** pseudoesagonale in sezione basale, lamellare in sezione prismatica (sericite = aggregatiti microcristallini)

**COLORE:** incolore

**RILIEVO:** moderato, variabile al ruotare del piatto del microscopio

**SFALDATURA:** ottima (001)

**BIRIFRANGENZA:** bassa su sezioni basali con colori d'interferenza grigio del I° ordine, elevata su sezioni prismatiche con colori del II ord.

**ESTINZIONE:** praticamente retta rispetto alle tracce di sfaldatura

**FIGURA DI INTERFERENZA:** biassica – con  $2V \alpha$  medio-piccolo, rilevabile sulle sezioni basali

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** in sezione basale ha bassi colori di interferenza ed è rilevabile la figura biassica – con  $2V \alpha$  medio-piccolo; in sezione prismatica a forma lamellare sono evidenti le tracce di sfaldatura, l'estinzione retta, alti colori di interferenza

**PARAGENESI:** in alcune rocce intrusive (in certi graniti, apliti, pegmatiti) e in molte rocce metamorfiche di derivazione pelitica/semipelitica



**BIOTITE**

Fillosilicato Monoclino

$$n_x = 1.571 - 1.616$$

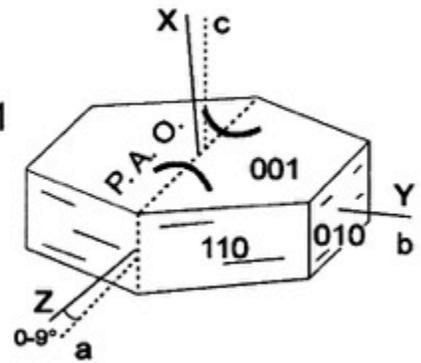
$$n_y = 1.609 - 1.696$$

$$n_z = 1.610 - 1.697$$

$$n_z - n_x = 0.039 - 0.081$$

$$2V_x = 0 - 25^\circ$$

Segno ottico → (-)



Peso specifico = 2.80 - 3.30 Durezza = 2 - 3

**ABITO:** a contorno esagonale in sezione basale, tabulare o lamellare in sezione prismatica, anche in aggregati lamellari.

**COLORE:** forte pleocroismo, dal marrone ± scuro al giallino, rilevabile su sezioni in zona con l'asse c, non su quelle basali (001)

**RILIEVO:** medio

**SFALDATURA:** molto netta, basale (001, rilevabili su sezioni in zona con l'asse c

**BIRIFRANGENZA:** molto alta, colori di interferenza del III ordine, spesso mascherati dalla colorazione propria del minerale

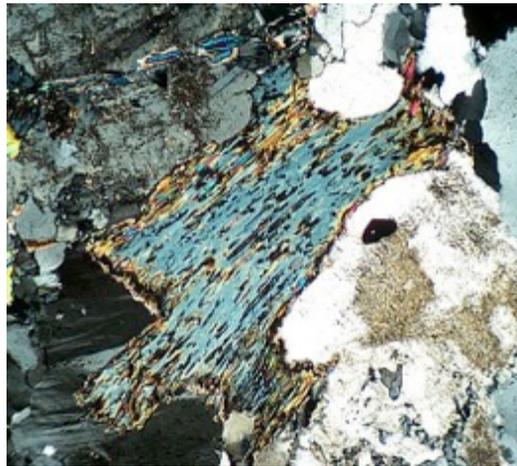
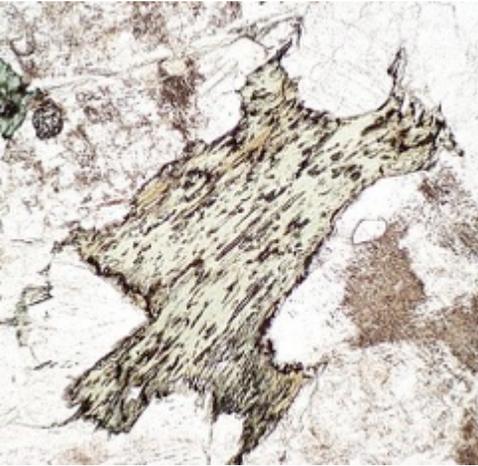
**ESTINZIONE:** praticamente retta rispetto alle tracce disfaldatura, anche sulle sezioni (010)

**FIGURA DI INTERFERENZA :** quasi uniassica – , dato che il  $2V\alpha$  è molto piccolo

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** forte pleocroismo sul marrone, abito lamellare, nette tracce di sfaldatura, estinzione quasi retta, quasi uniassica. Potrebbe essere scambiata con l'orneblenda bruna (per il colore), che però ha estinzione inclinata, ampio  $2V\alpha$ , maggior rilievo e un doppio sistema di tracce di sfaldatura

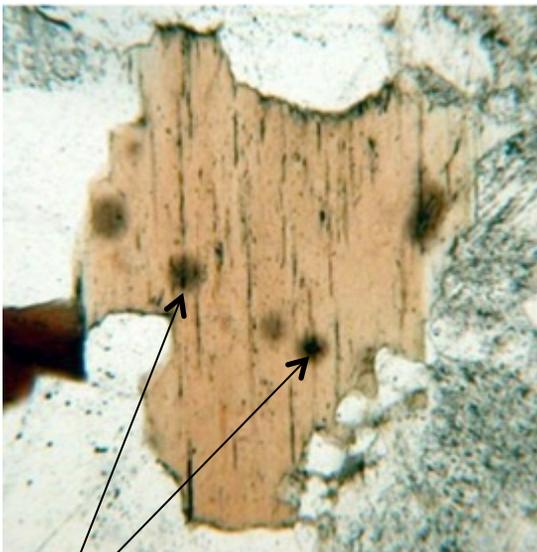


**ALTERAZIONE:** frequente, parziale o totale, specie in **clorite**, ed epidoti

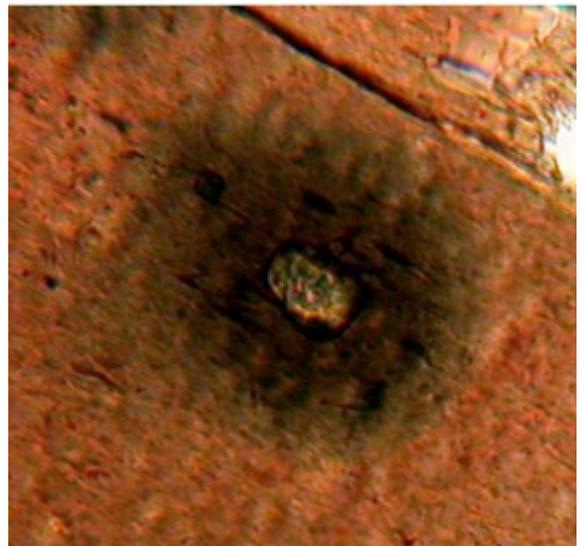


**PARAGENESI:** è un minerale femico molto comune nelle rocce intrusive (da graniti a dioriti), in alcune effusive (rioliti, daciti, andesiti), ed è tipico di rocce metamorfiche pelitiche di vario grado

**NOTE:** i minuti cristalli di zirconio, spesso presenti come inclusioni nella biotite, sono circondati da un'aureola scura (**aureola policroica**) che si forma a causa del danneggiamento della struttura cristallina causato dal bombardamento di particelle pesanti emesse da alcuni isotopi radiogenici (es, U, Th) presenti nello zirconio; nelle rocce vulcaniche la biotite molto spesso presenta un bordo di Fe-Ti ossidi (**bordo opacitico**), che si forma per instabilità del minerale in seguito all'abbassamento di  $P_{H_2O}$ .

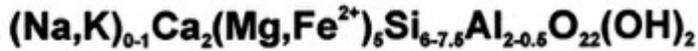


aureola policroica



aureola policroica attorno a zirconio  $Zr(SiO_4)$

# ORNEBLENDA COMUNE o VERDE



Inosilicato Monoclino

$$n_x = 1.610 - 1.728$$

$$n_z - n_x = 0.02 \text{ ca.}$$

$$n_y = 1.612 - 1.731$$

$$n_z = 1.620 - 1.760$$

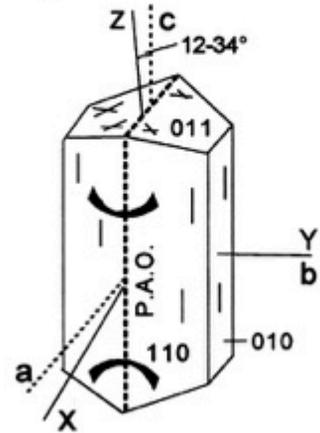
$$2V_x = 15^\circ - 120^\circ$$

Segno ottico → (-)

(+) *Mg - Pargasite*

Peso specifico = 3.02 - 3.59

Durezza = 5 - 6

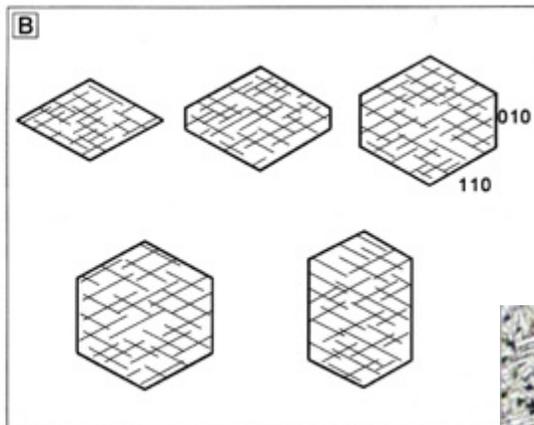
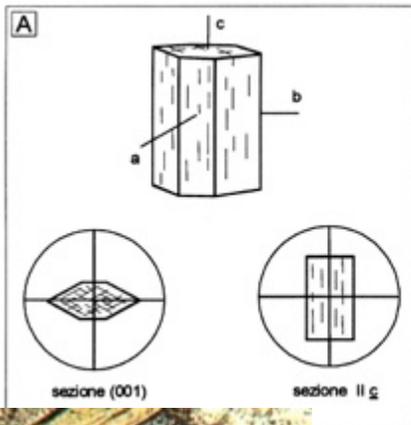


**ABITO:** prismatico allungato secondo c; sezioni basali di forma esagonale o a losanga (vale per tutti gli anfiboli)

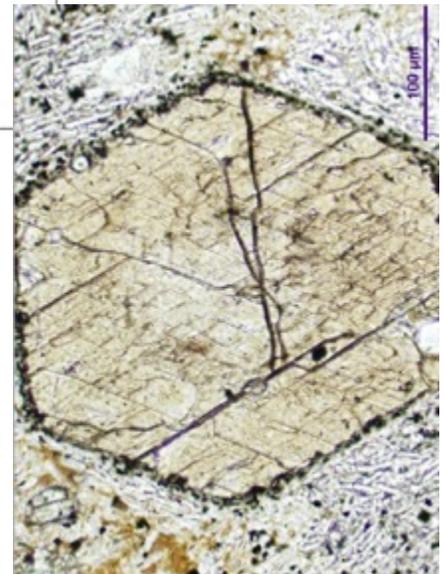
**COLORE:** verde, forte pleocroismo da giallo pallido a verde scuro

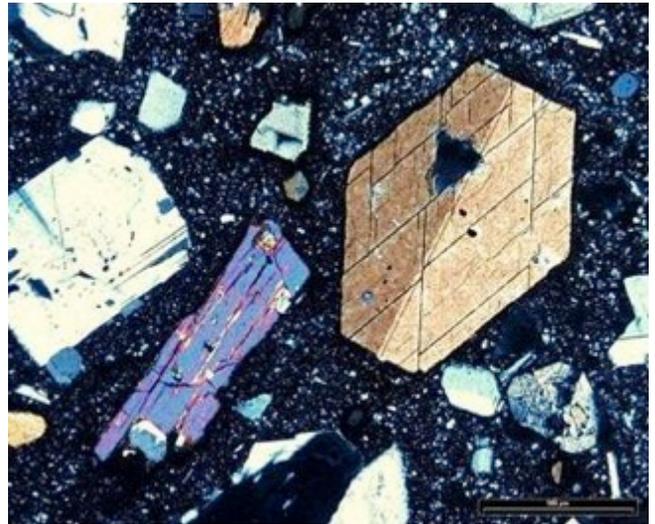
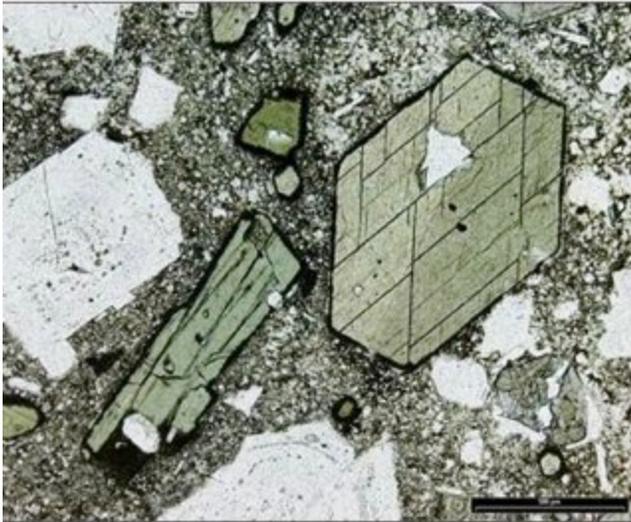
**RILIEVO:** medio-elevato

**SFALDATURA:** doppio sistema di sfaldature prismatiche (110), che si intersecano a circa 60°/120° e visibili entrambi sulle sezioni basali (001); sulle sezioni in zona con l'asse c compaiono come nette striature parallele tra di loro (vale per tutti gli anfiboli; nei rombici la sfaldatura è (210))

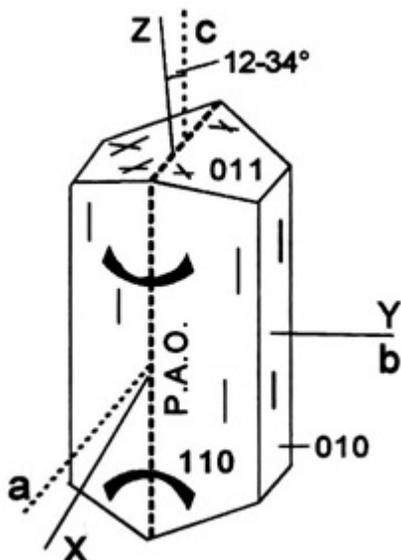


Le sezioni basali sono diagnostiche per il riconoscimento degli anfiboli





**ESTINZIONE:** inclinata, l'angolo max. di estinzione  $12-34^\circ$  è osservabile sulle sezioni (010), che sono riconoscibili perché presentano i massimi colori di interferenza (coincidenti con la sezione X – Z). Le sezioni in zona con l'asse b estinguono parallelamente alle tracce di sfaldatura o secondo le diagonali dei rombi di sfaldatura (110). Nota che l'angolo max. di estinzione è un carattere diagnostico del tipo di anfibolo, perché varia con la composizione



**ALLUNGAMENTO :** positivo

**BIRIFRANGENZA:** medio-elevata, con colori max. di interferenza del II ordine, in genere mascherati del colore proprio del minerale

**GEMINAZIONI:** comune, secondo (100), sia semplice che polisintetica

**FIGURA DI INTERFERENZA:** segno ottico di solito negativo, raramente positivo,  $2V\alpha 15^\circ - 120^\circ$

**ALTERAZIONE:** in cloriti, serpentino e prodotti epidotici misti a ossidi di Fe

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** abito, colore e marcato pleocroismo, doppio sistema di tracce di sfaldatura, estinzione inclinata

**PARAGENESI:** molto comune in rocce intrusive intermedie e basiche (da tonaliti a dioriti) ed effusive (daciti, andesiti); nelle rocce metamorfiche è presente nelle metabasiti di medio-alto grado.

## ORNEBLENDA BASALTICA



Inosilicato Monoclino

$$n_x = 1.662 - 1.690$$

$$n_z - n_x = 0.019 - 0.068$$

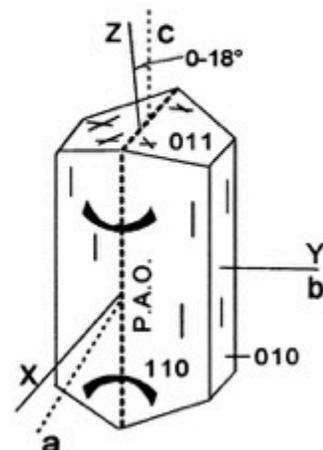
$$n_y = 1.672 - 1.730$$

$$n_z = 1.680 - 1.760$$

$$2V_x = 60 - 80^\circ$$

Segno ottico  $\rightarrow (-)$

Peso specifico = 3.02 - 3.45      Durezza = 5½



**ABITO:** come l'orneblenda verde e gli altri anfiboli

**COLORE:** bruno scuro o rosso bruno; pleocroismo da giallo a marrone scuro

**RILIEVO:** medio-alto

**SFALDATURA:** vedi orneblenda verde (e gli altri anfiboli)

**ESTINZIONE:** inclinata, angolo max. di estinzione piccolo  $c^Z = 0^\circ - 18^\circ$  su (010)  
(altre considerazioni analoghe a orneblenda verde)

**ALLUNGAMENTO:** positivo

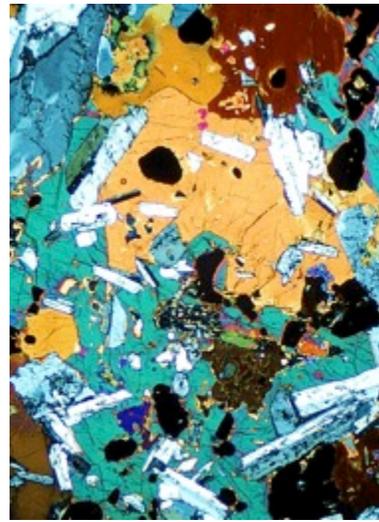
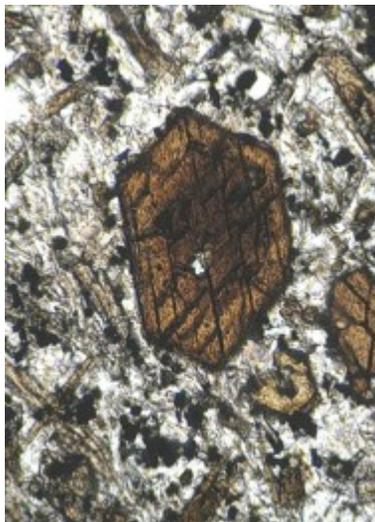
**BIRIFRANGENZA:** alta-molto alta con colori di interferenza mascherati dal colore del minerale stesso

**FIGURA DI INTERFERENZA:** segno ottico  $-$ ,  $2V_x$  ampio =  $60 - 80^\circ$

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** colore, pleocroismo, piccolo angolo di estinzione.  
In sezione prismatica può essere scambiata per biotite, però quest'ultima ha estinzione retta ed è quasi uniassica.

**NOTE:** nelle rocce vulcaniche, analogamente a biotite, presenta spesso un bordo di ossidi di Fe-Ti (*bordo opacitico*)

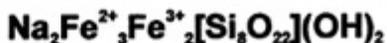
**PARAGENESI:** in rocce intrusive basiche (gabbri), e in effusive (es. daciti, andesiti)



# ANFIBOLI MONOCLINI ALCALINI

Hanno una quantità di Na > 1.34 atomi per unità di formula. Esistono termini sodici e sodico-calcici, di composizione variabile, di cui fa parte la **riebeckite** e la **arfvedsonite**, rispettivamente.

## RIEBECKITE



Inosilicato Monoclino

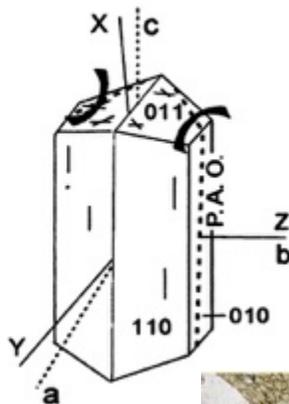
$$n_x = 1.640 - 1.701 \quad n_z - n_x = 0.006 - 0.016$$

$$n_y = 1.655 - 1.711$$

$$n_z = 1.670 - 1.717 \quad 2V_x = 40^\circ - 100^\circ$$

Segno ottico → (-)(+)

Peso specifico = 3.15 - 3.50 Durezza = 5



## ARFVEDSONITE



Inosilicati Monoclini

$$n_x = \text{Arfvedsonite } 1.623 - 1.700$$

$$n_y = 1.631 - 1.706$$

$$n_z = 1.635 - 1.710$$

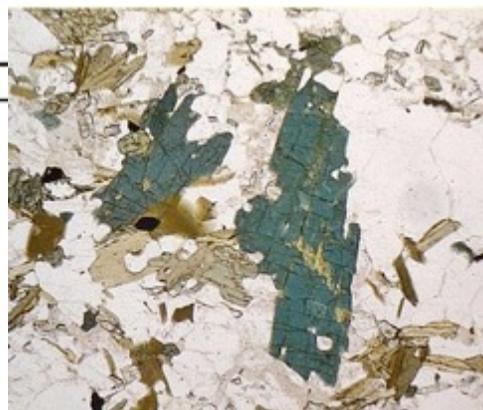
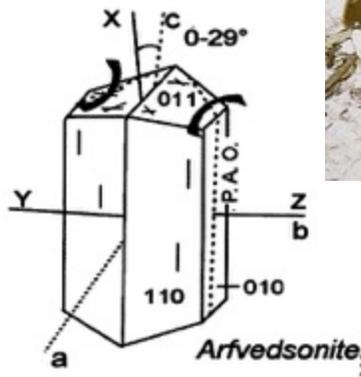
$$n_z - n_x = 0.010 - 0.012$$

$$2V_x = 8^\circ - 87^\circ$$

Segno ottico → (-)

Peso specifico = 3.30 - 3.50

Durezza = 5-6



**COLORE:** blu-scuro verde, forte pleocroismo.

Riebeckite: da giallo-verde a blu-violetto.

Arfvedsonite : da giallo-verde a verde-blu

**RILIEVO:** alto (riebeckite), medio-alto (arfvedsonite)

**ESTINZIONE:** inclinata con  $c^{\wedge}X$  max =  $0^\circ - 30^\circ$  per entrambi. Allungamento - .

**BIRIFRANGENZA:** debole, colori d'interferenza mascherati dal colore del minerale

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** colore e pleocroismo sulle tonalità del blu-violetto

**PARAGENESI:** presenti in rocce ignee alcaline-peralcaline, spesso associate al Na-pirosseno egirina (graniti alcalini, sieniti alcaline)

# PIROSSENI

Minerali femici

ORTOPIROSSENI - SISTEMA ROMBICO

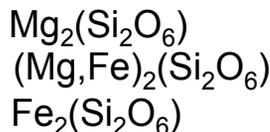
CLINOPIROSSENI - SISTEMA MONOCLINO

formula generale



ORTOPIROSSENI Fe-Mg

{ enstatite  
Iperstene  
Ferrosilite



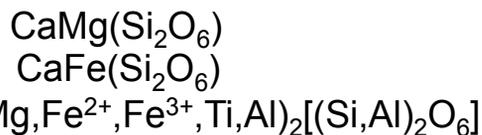
CLINOPIROSSENI Fe-Mg

Pigeonite



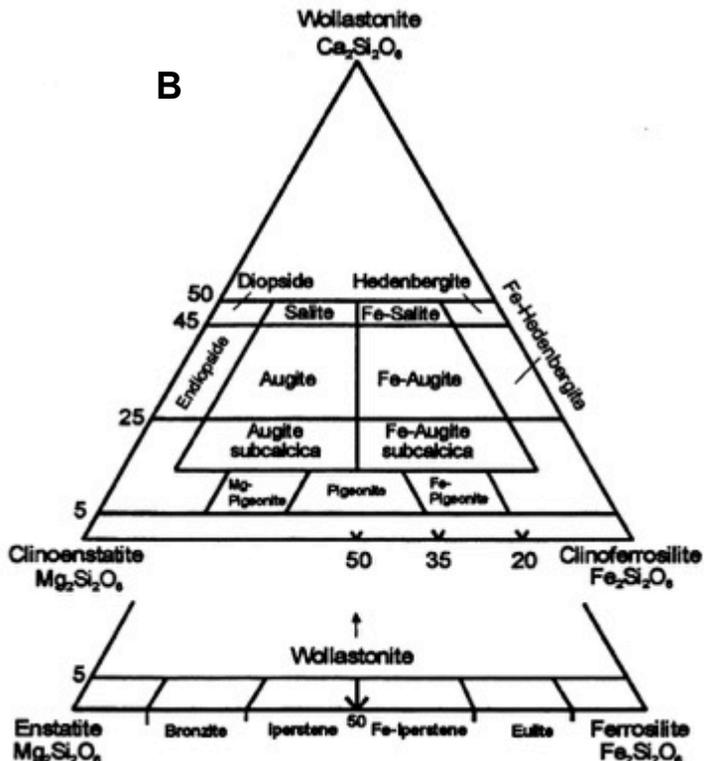
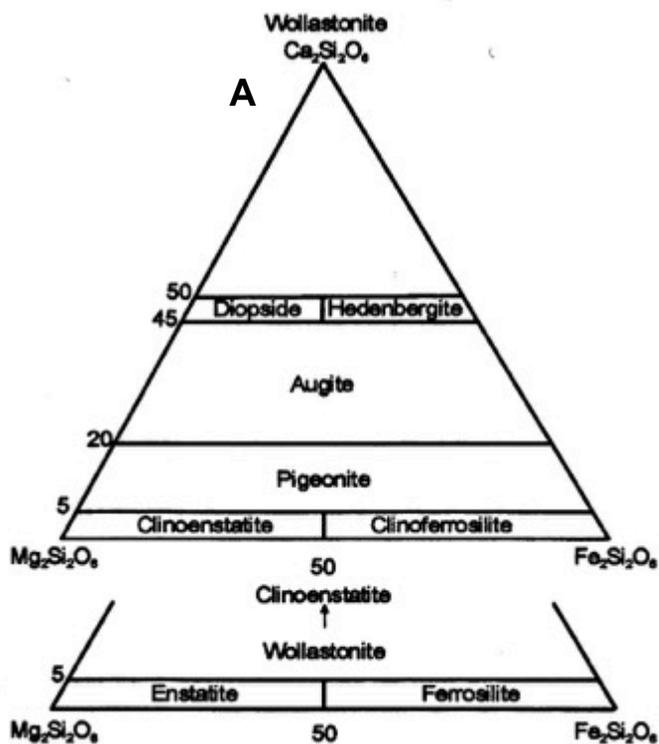
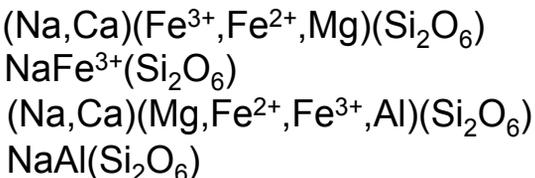
CLINOPIROSSENI CALCICI

{ Diopside  
Hedenbergite  
Augite



CLINOPIROSSENI ALCALINI

{ Egirinaugite  
Egirina  
Onfacite  
Giadeite



A) Diagramma classificativo dei clinopirosseni calcici e ortopirosseni secondo l'International Mineralogical Association; B) classificazione tradizionale secondo Poldervaart e Hess ( )

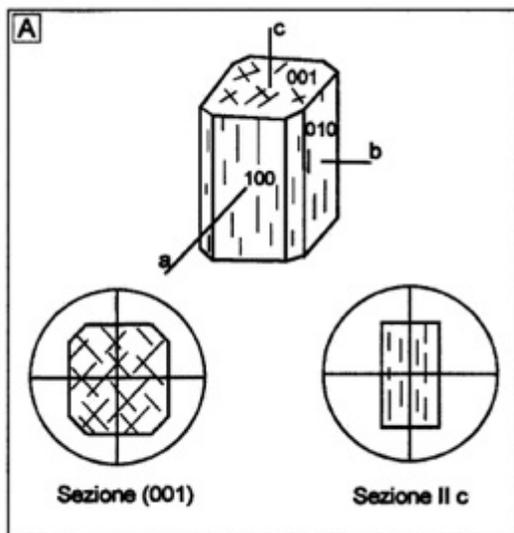
Le proprietà ottiche dei pirosseni variano con la composizione.

**Caratteri comuni** che permettono la loro identificazione in sezione sottile sono:

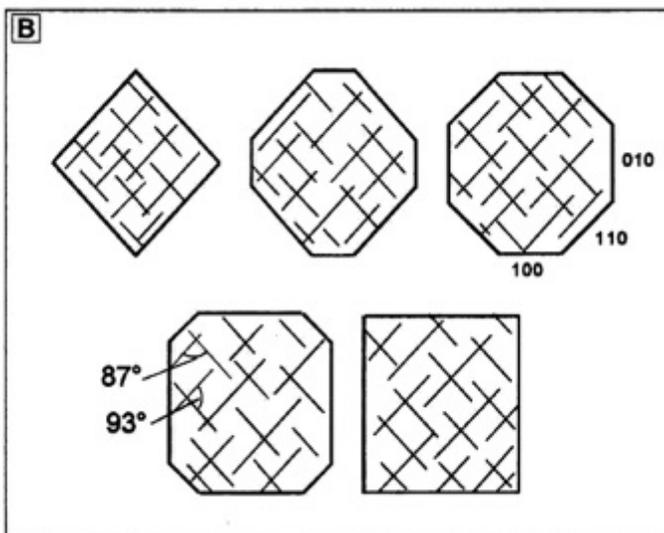
**ABITO:** prismatico tozzo, forme poligonali in sezione basale

**RILIEVO:** alto

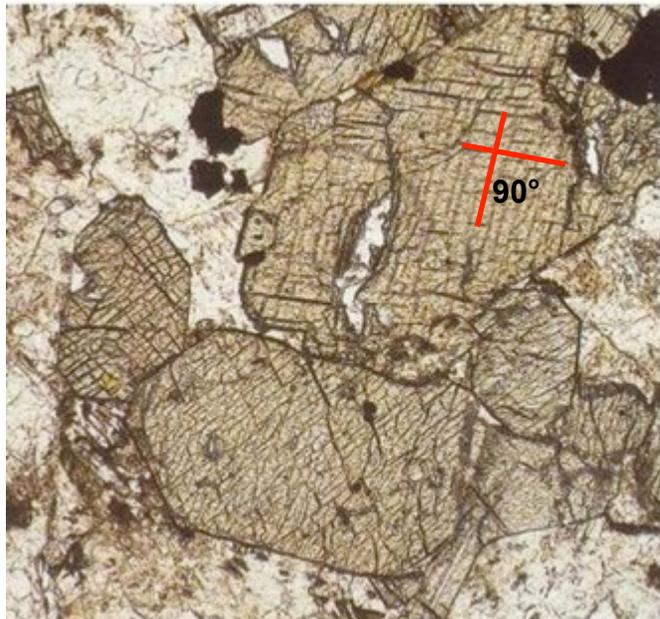
**SFALDATURA:** doppio sistema di sfaldatura prismatica secondo (210) per gli ortopirosseni e (110) per i clinopirosseni, che si incrociano a  $\approx 90^\circ$  sulle sezioni basali (001)



La sfaldatura come appare in sezione basale e prismatica



Diverse geometrie di sezioni basali



**COLORE:** generalmente molto tenue, da incolore a grigio-rosa pallido a verde molto pallido; verde  $\pm$  intenso per i pirosseni alcalini

**PLEOCROISMO:** di solito assente o molto debole, tranne per egirina-egirinaugite

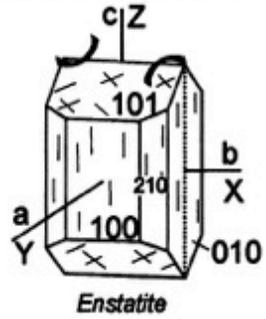
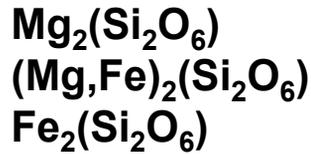
**ESTINZIONE:** retta per gli ortopirosseni che estinguono parallelamente alle tracce di sfaldatura sulle sezioni prismatiche e secondo le diagonali delle tracce stesse sulle sezioni basali;  
inclinata per i clinopirosseni con angolo max  $c^Z$  (raramente  $c^X$ )  
misurabile sulle sezioni (010), la cui ampiezza varia con la composizione e quindi è uno dei caratteri diagnostici per l'identificazione del tipo di clinopx; nota che i clinopx estinguono retti su sezioni (100).

**COLORI DI INTERFERENZA:** max del I° ordine per gli ortopx, del II° e III° ordine (egirina-egirinaugite) per i clinopx

**CARATTERI DIAGNOSTICI:** il tipo di estinzione, l'angolo di estinzione per i termini monoclini, la colorazione, l'eventuale pleocroismo e il 2V sono caratteri che permettono di identificare il tipo di pirosseno

# ORTOPIROSSENI

**ENSTATITE**  
**IPERSTENE**  
**FERROSILITE**



Inosilicati Rombici

$$n_x = 1.650 - 1.768$$

$$n_y = 1.653 - 1.777$$

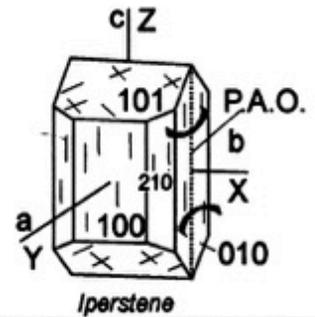
$$n_z = 1.658 - 1.788$$

$$n_z - n_x = 0.007 - 0.020$$

$$2V_x = 60 - 130^\circ \text{ ca.}$$

Segno ottico → (+) *Enstatite, Ferrosilite* (-) *Iperstene*

Peso specifico = 3.21 - 3.96      Durezza = 5 - 6



Densità e caratteristiche ottiche variano con il rapporto Fe/Mg

**COLORE - PLEOCROISMO:** l'enstatite ed in genere i termini più ricchi in Mg sono incolori; quelli più ricchi in Fe (bronzite, iperstene) hanno una debole/issima colorazione con debole/issimo pleocroismo da rosa pallido a verde molto tenue

**RILIEVO:** alto

**SFALDATURA:** vedi px in generale



**ESTINZIONE:** sempre parallela. Allungamento +

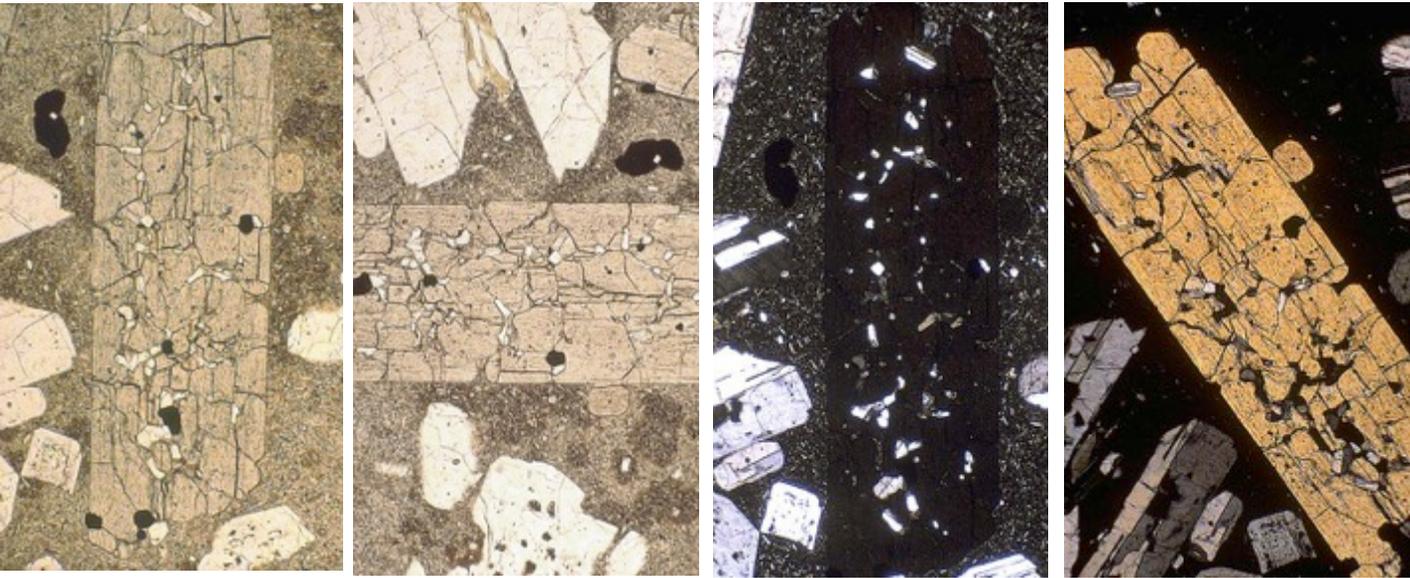
**BIRIFRANGENZA:** debole, colori d'interferenza grigio-giallo del 1° ordine

**FIGURA DI INTERFERENZA:** i termini estremi (enstatite e ferrosilite) sono biassici +, tutti gli altri biassici – , con  $2V\alpha$  ampio (vedi fig)

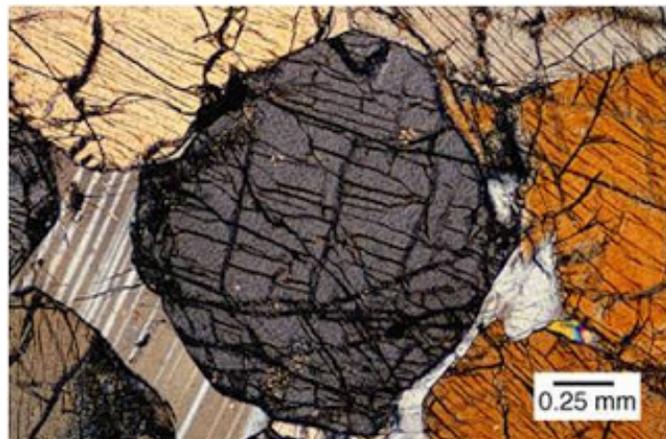
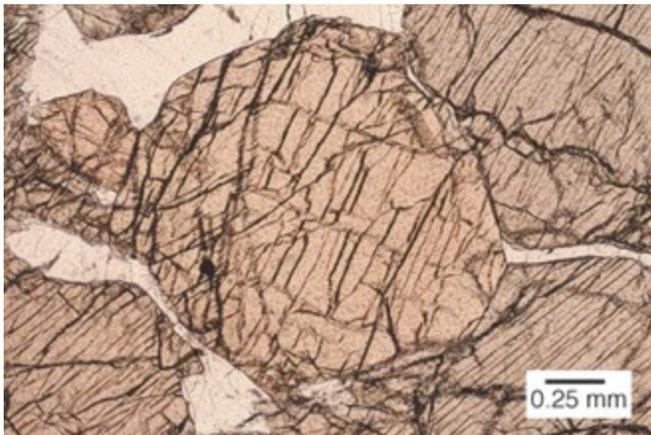
**SMESCOLAMENTI:** lamelle di essoluzione di clinopirosseno, prodotte per lento raffreddamento (quindi solo in rocce plutoniche)-vedi Fig.

**ALTERAZIONE:** in talco, cloriti, serpentino; sostituzioni tardive di tipo coronitico in anfibolo (*uralitizzazione*)

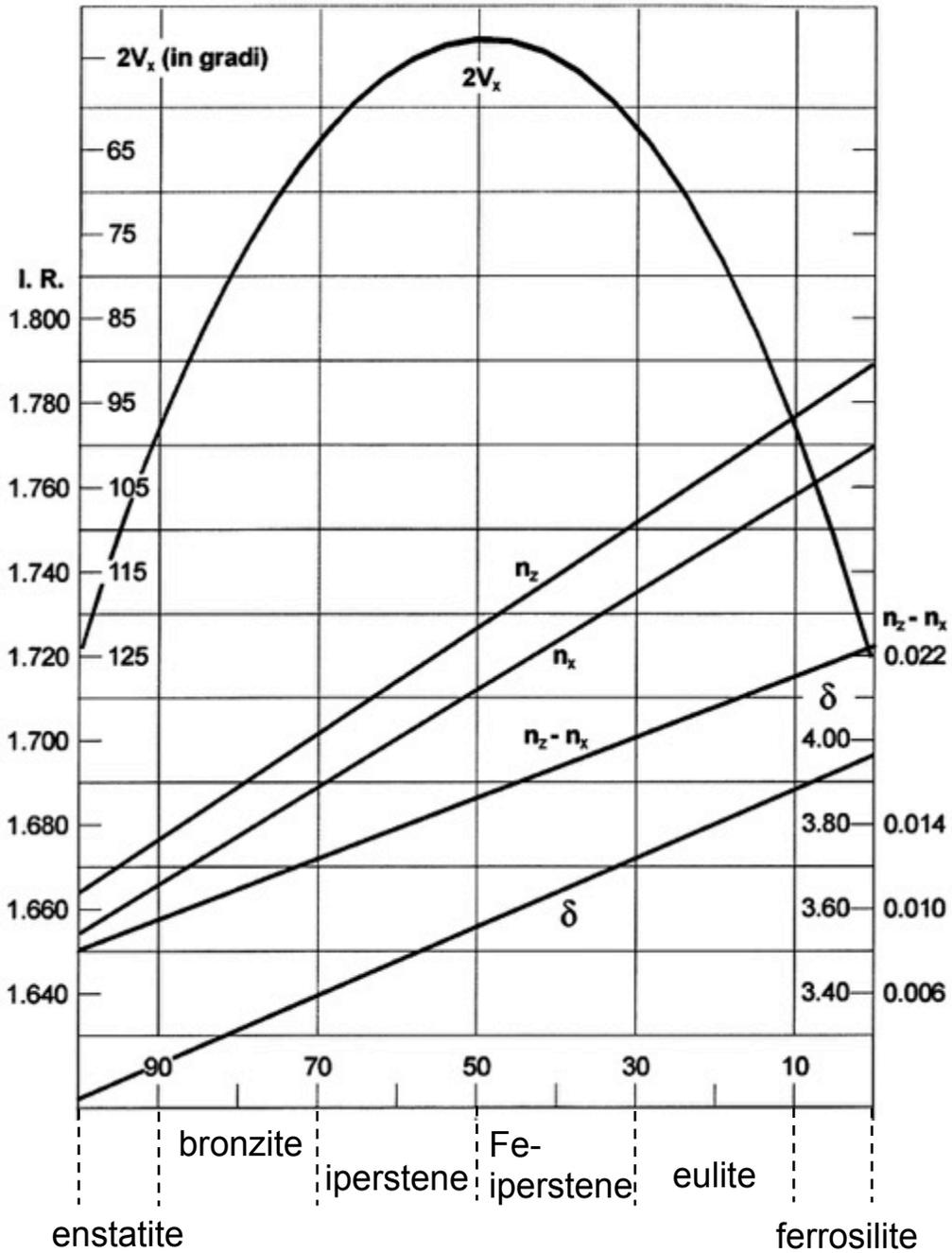
**PARAGENESI:** i termini intermedi Fe-Mg si trovano principalmente in rocce basiche intrusive (gabbri-dioriti) ed effusive (basalti, andesiti), e nelle metamorfiti di alto grado (facies granulitica); i termini ricchi in Mg in rocce intrusive ultrabasiche (pirosseniti, peridotiti); i termini estremi ricchi in Fe non si trovano nelle rocce terrestri.



Fenocristalli di opx in andesite



Opx in gabbro



Ortopirosseni: variazione del peso specifico e delle caratteristiche ottiche in funzione della composizione

# PIGEONITE



Inosilicato Monoclino

$$n_x = 1.682 - 1.732$$

$$n_z - n_x = 0.023 - 0.029$$

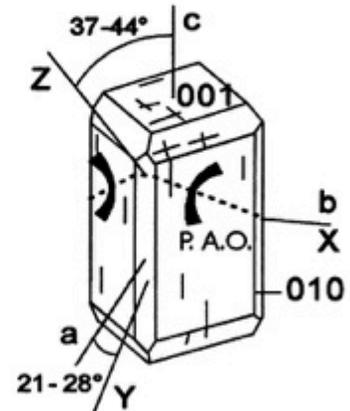
$$n_y = 1.684 - 1.732$$

$$n_z = 1.705 - 1.757$$

$$2V_z = 0 - 30^\circ$$

Segno ottico  $\rightarrow (+)$

Peso specifico = 3.17 - 3.46      Durezza = 6



**COLORE:** generalmente incolore, limpida

**RILIEVO:** alto

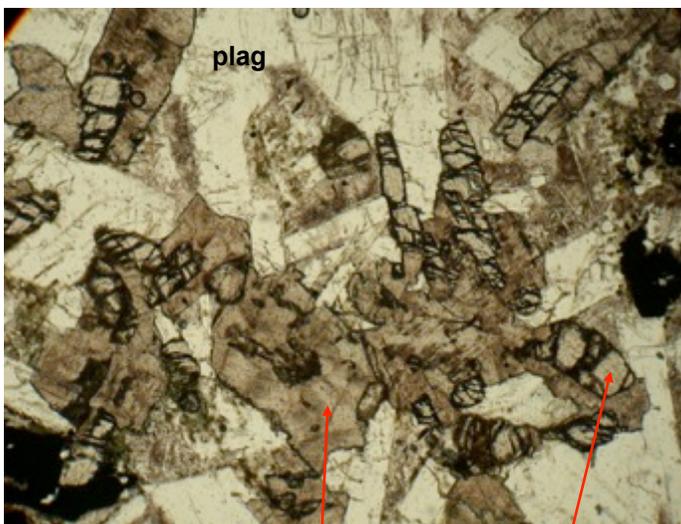
**ESTINZIONE:** inclinata, con angolo max = 37 – 44° su (010). Allungamento +

**BIRIFRANGENZA:** elevata, colori di interferenza max del II° ordine

**FIGURA DI INTERFERENZA:** biassica + , con  $2V_y$  molto piccolo (quasi uniassica) che aumenta all'aumentare del Ca

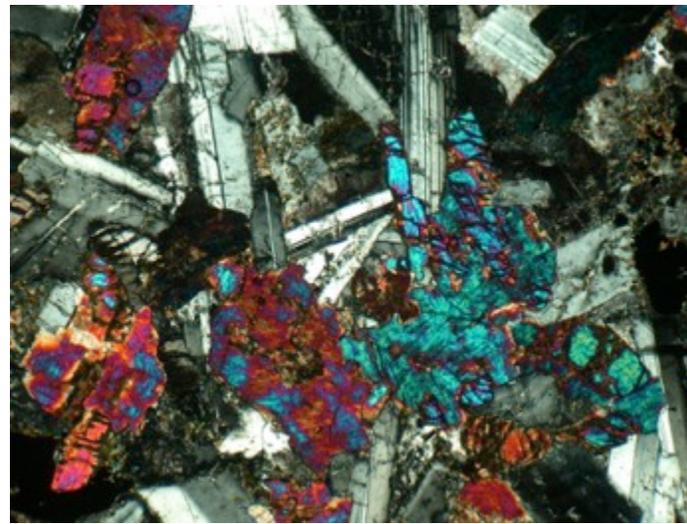
**PARAGENESI:** è stabile alle alte T° e si conserva solo nel caso di rapido raffreddamento; se è il raffreddamento è più lento (r. ipoabissali) si converte per polimorfismo in opx con essoluzione di cpx (*pigeonite invertita*).

Si trova solo in rocce vulcaniche o ipoabissali sature o sovrassature in SiO<sub>2</sub> (daciti, andesiti, basalti tholeiitici), non in vulcaniti sottosature; mai nelle metamorfiti



augite

pigeonite



---

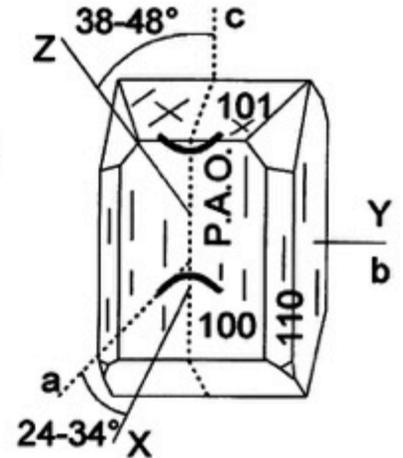
**DIOPSIDE - HEDENBERGITE**

Inosilicati Monoclini

$$n_x = 1.664 - 1.732 \quad n_z - n_x = 0.031 - 0.024$$

$$n_y = 1.672 - 1.730$$

$$n_z = 1.694 - 1.755 \quad 2V_z = 50^\circ - 62^\circ \text{ ca.}$$

Segno ottico  $\rightarrow (+)$ Peso specifico = 3.22 - 2.56 Durezza = 5½ - 6½

---

**COLORE:** incolore e non pleocroico il diopside; verde pallido leggermente pleocroica la hedenbergite; i termini intermedi Fe-Mg prendono il nome di salite, di color verde chiaro e pleocroismo assente o debole.

**RILIEVO:** alto

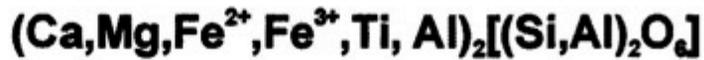
**ESTINZIONE:** inclinata,  $c^{\wedge}Z = 38 - 48^\circ$ , allungamento +

**BIRIFRANGENZA:** abbastanza elevata, colori d'interferenza max del II° ordine

**GEMINAZIONE:** semplice e pilisintetica abbastanza frequente

**PARAGENESI:** il diopside è comune in rocce intrusive basiche e ultrabasiche (gabbri, pirosseniti, peridotiti); saliti e termini ricchi in Fe in vulcaniti alcaline; presenti anche nelle metamorfiti di contatto ricche in Ca (es. calcefiri)

# AUGITE



Inosilicato Monoclino

$$n_x = 1.671 - 1.735$$

$$n_y = 1.672 - 1.741$$

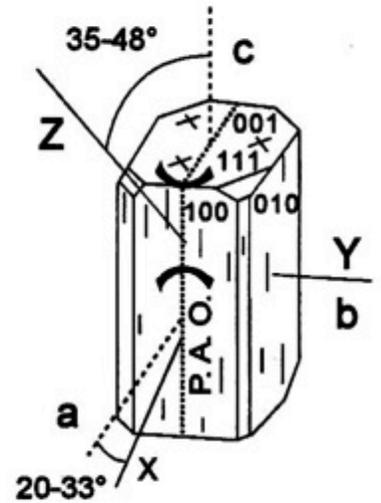
$$n_z = 1.703 - 1.774$$

$$n_z - n_x = 0.018 - 0.033$$

$$2V_z = 25 - 61^\circ$$

Segno ottico  $\rightarrow (+)$

Peso specifico = 3.19 - 3.56      Durezza = 5½ - 6

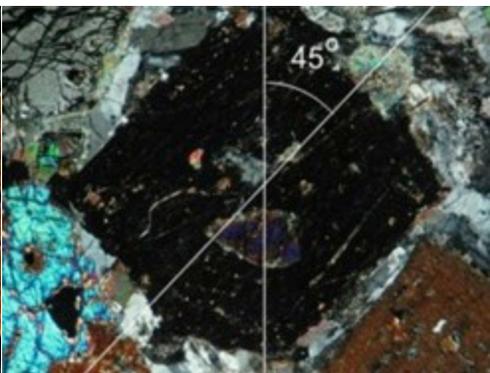
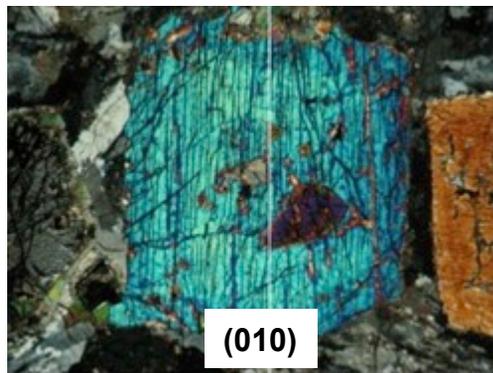
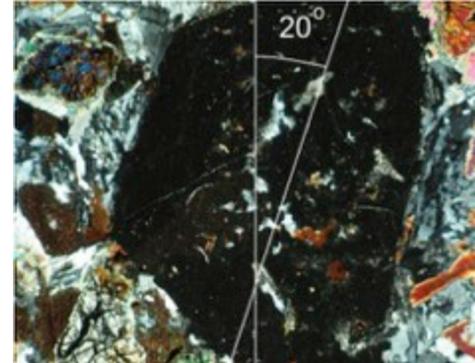
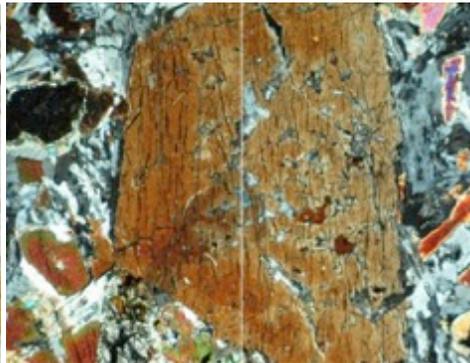


**COLORE:** incolore o giallo o verde molto pallido; le varietà ricche in Fe (ferroaugite) sono leggermente verdastre, quelle ricche in Ti (titanaugite) sono rosa-violaceo con pleocroismo molto leggero

**RILIEVO:** alto

**ESTINZIONE:** inclinata,  $\max c^{\wedge}Z = 35 - 48^\circ$  su (010); retta su (100)

**ALLUNGAMENTO :** positivo



Il piano (010) è il P.A.O.  
ed è individuabile perché  
corrisponde alle sezioni  
con i massimi colori  
d'interferenza  $\rightarrow$

(010)

**BIRIFRANGENZA:** alta, colori di interferenza max del II° ordine

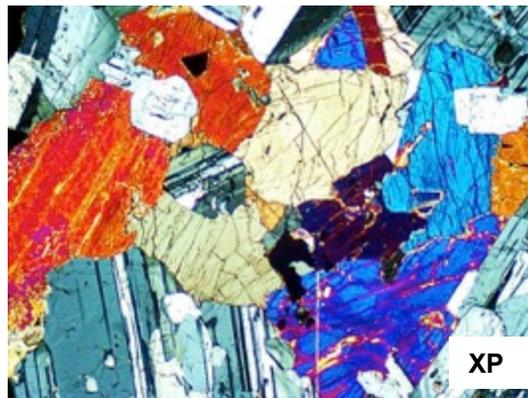
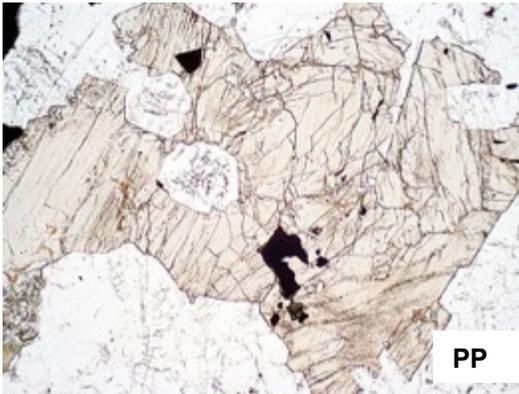
**FIGURA DI INTERFERENZA:** biassico +,  $2V\gamma = 25-60^\circ$

**GEMINAZIONE:** frequente, sia semplice che multipla

**ZONATURA:** variazione composizionale, che si manifesta a settori o concentrica o a clessidra

**SMISTAMENTI:** frequenti con i termini rombici, ma anche con Fe – Ti ossidi (rutilo, ilmenite)

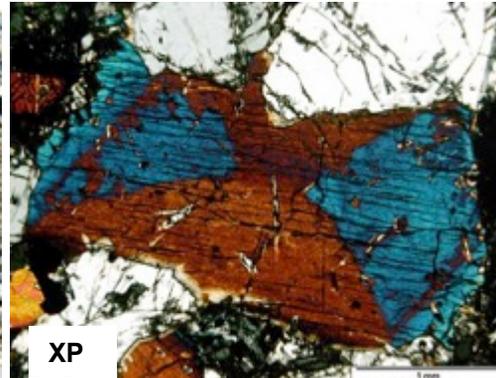
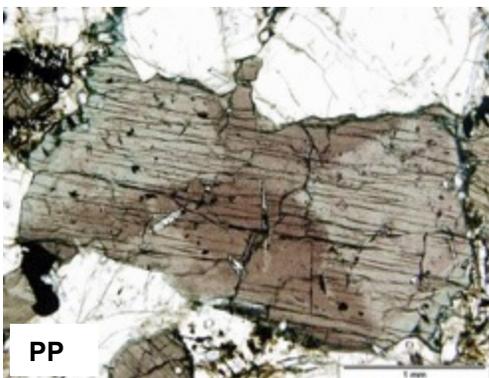
**PARAGENESI:** è il cpx più comune delle rocce magmatiche intrusive ed effusive, soprattutto a chimismo basico (gabbri, dioriti, basalti...). Ora nelle metamorfiti, solo in quelle di alto grado (granuliti). L'augite titanifera è invece tipica di rocce basiche alcaline sottosature in  $SiO_2$ , dove può essere associata a feldspatoidi.



Augite in gabbro

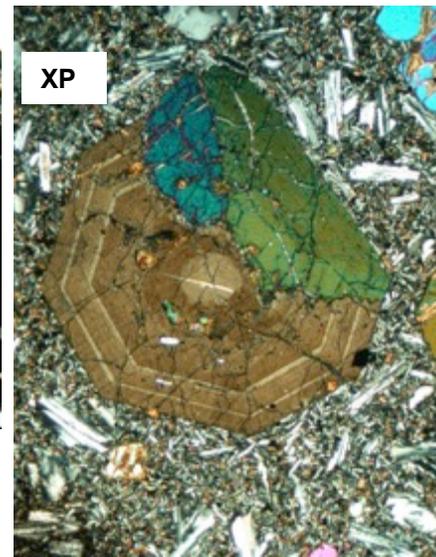


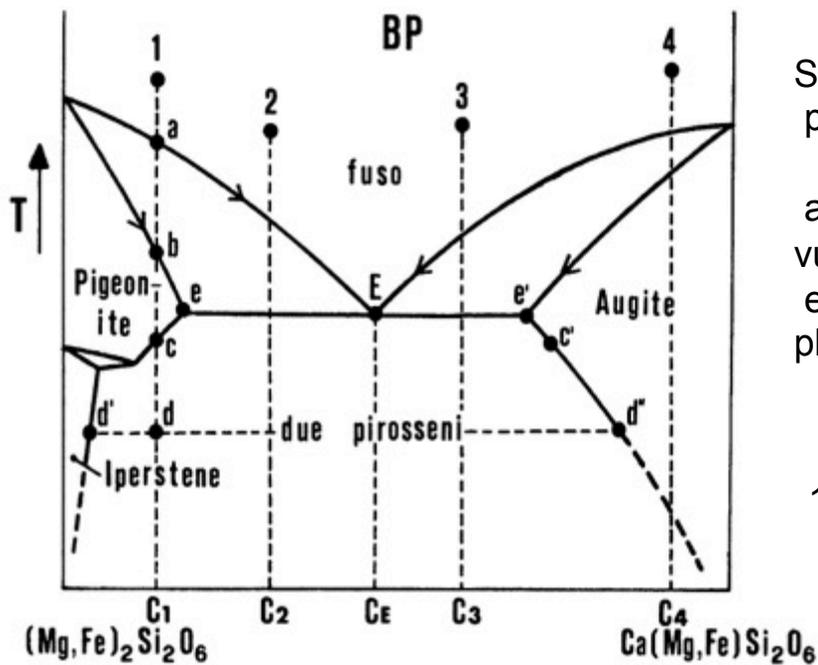
Fenocristalli di augite in basalto



augite titanifera con zonatura a clessidra (sopra)

Augite con zonatura concentrica in basalto (dx)

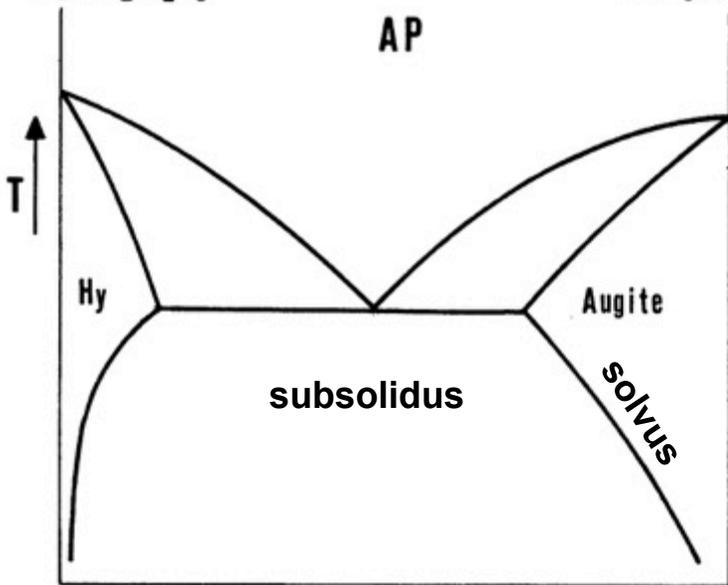




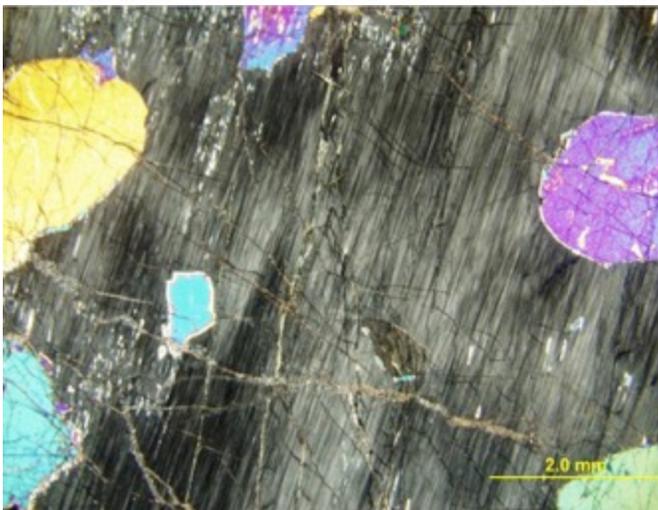
Sistema binario  
pigeonite (iperstene) – augite

a bassa pressione (BP; rocce vulcaniche/ipoabissali)  
e alta pressione (AP; rocce plutoniche)

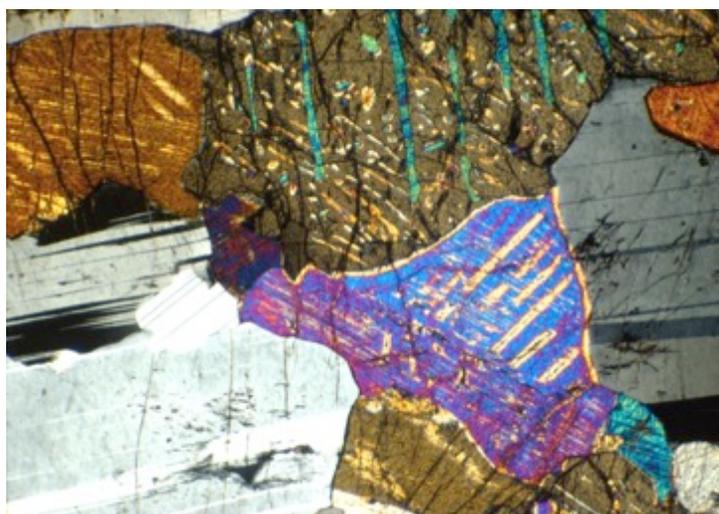
- 1) la pigeonite cristallizza solo a bassa P (si trova solo in r. vulcaniche o ipoabissali)



- 2) tra orto e clinopirosseni esiste una parziale miscibilità allo stato solido ad alta  $T^\circ$  ; ciò provoca nel subsolidus, per abbassamento di  $T^\circ$  dovuto al raffreddamento (quindi in condizioni intrusive), la formazione di lamelle di smistamento (o di essoluzione) di cpx nell' opx e viceversa



Ortopirosseno con lamelle di essoluzione di clinopirosseno

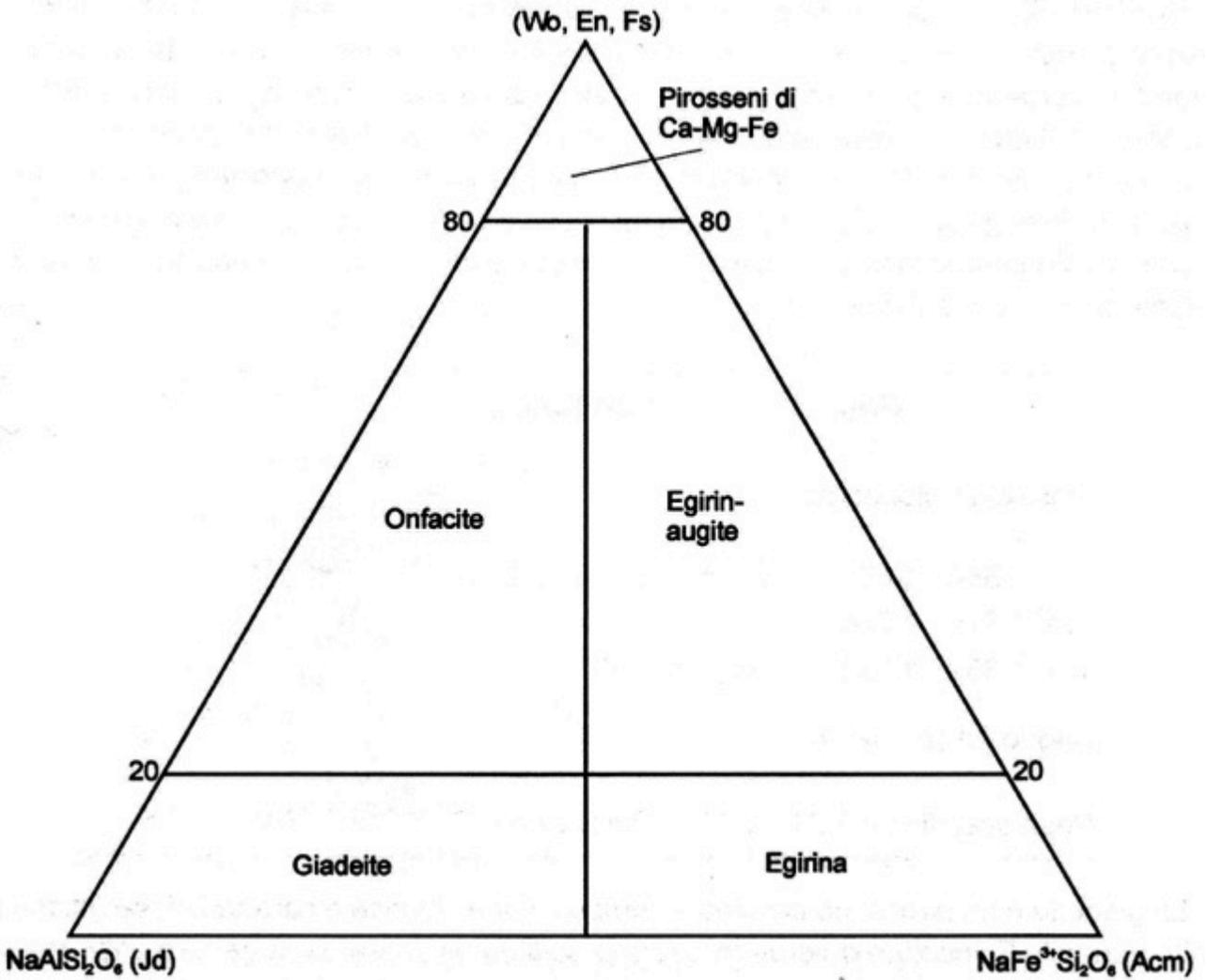


Clinopirosseno con lamelle di essoluzione di ortopirosseno

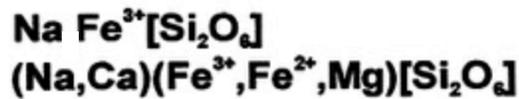
## PIROSSENI ALCALINI

Pirosseni monoclini contenenti metalli alcalini come componente principale. La classificazione composizionale è basata sul contenuto molare del componente giadeitico (Jd), acmitico (Acm) ed enstatite+ferrosilite+wollastonite.

Si distinguono 4 termini principali : *egirina*, *egirinaugite*, *onfacite*, *giadeite*



**EGIRINA**  
**EGIRINAUGITE**



egirina

egirinaugite

$n_x = 1.750 - 1.776$

$n_y = 1.780 - 1.820$

$n_z = 1.795 - 1.836$

$n_z - n_x = 0.040 - 0.060$

$2V_x = 60^\circ - 70^\circ$

$n_x = 1.700 - 1.760$

$n_y = 1.710 - 1.780$

$n_z = 1.730 - 1.813$

$n_z - n_x = 0.030 - 0.050$

$2V_x = 70^\circ - 110^\circ$

Segno → (-)  
ottico

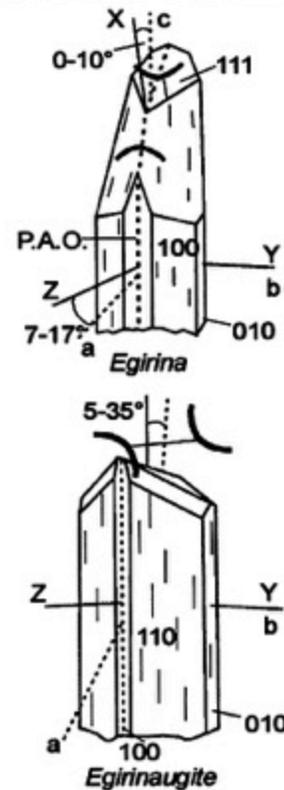
(-) (+)

Peso  
specifico = 3.55 - 2.60

3.40 - 3.60

Durezza = 6

6



**COLORE-PLEOCROISMO:** verde smeraldo per l'egirina, con marcato pleocroismo da verde-giallastro a verde intenso; verde chiaro per l'egirinaugite con moderato pleocroismo.

**RILIEVO:** alto-molto alto

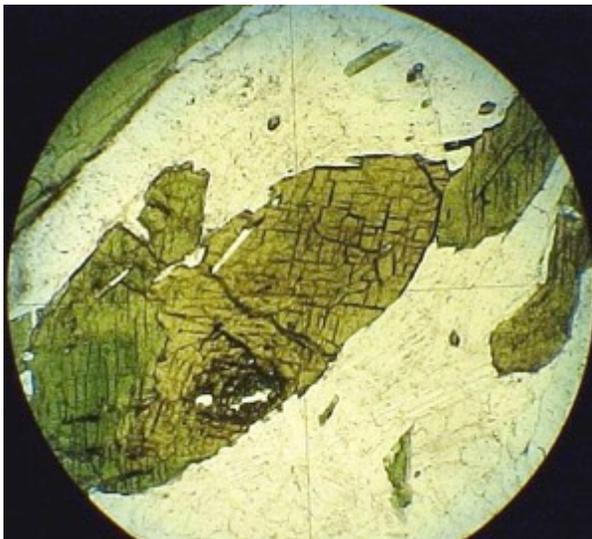
**ESTINZIONE:** inclinata,  $c^{\wedge}X = 0 - 10^\circ$  per l'egirina,  $c^{\wedge}X = 5 - 35^\circ$  per egirinaugite, valutabile su (010). Allungamento –

**BIRIFRANGENZA:** molto alta per entrambe, colori d'interferenza max III° e IV° ord.

**FIGURA D'INTERFERENZA:** negativa con  $2V\alpha = 60^\circ - 70^\circ$  per l'egirina;  
negativa/positiva con  $2V\alpha = 70^\circ - 110^\circ$  per l'egirinaugite

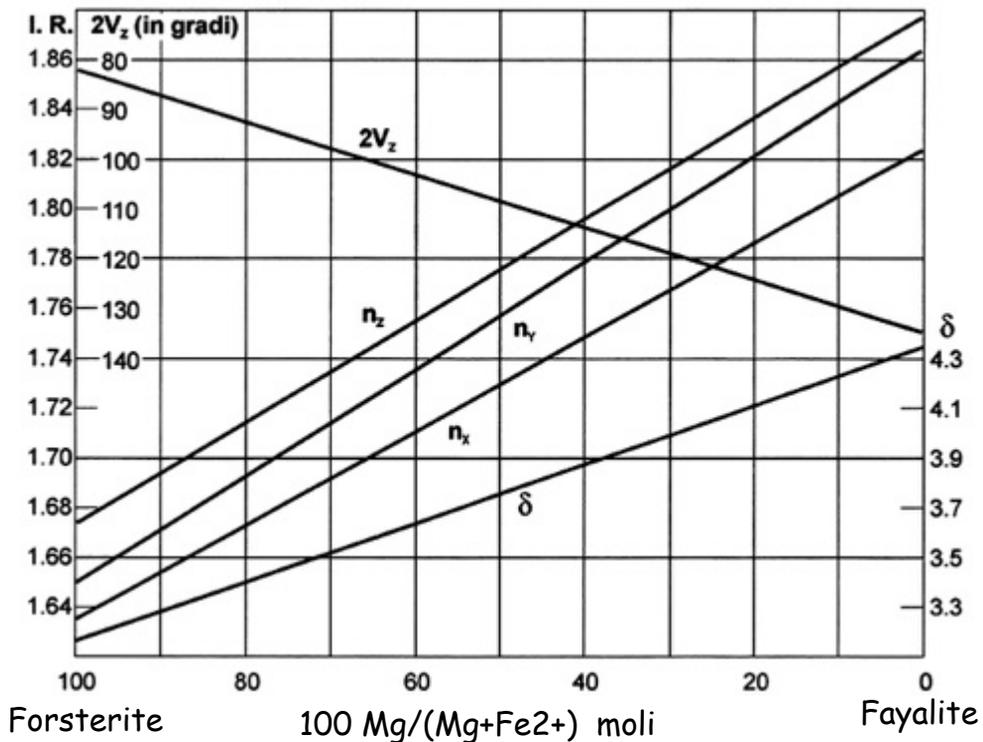
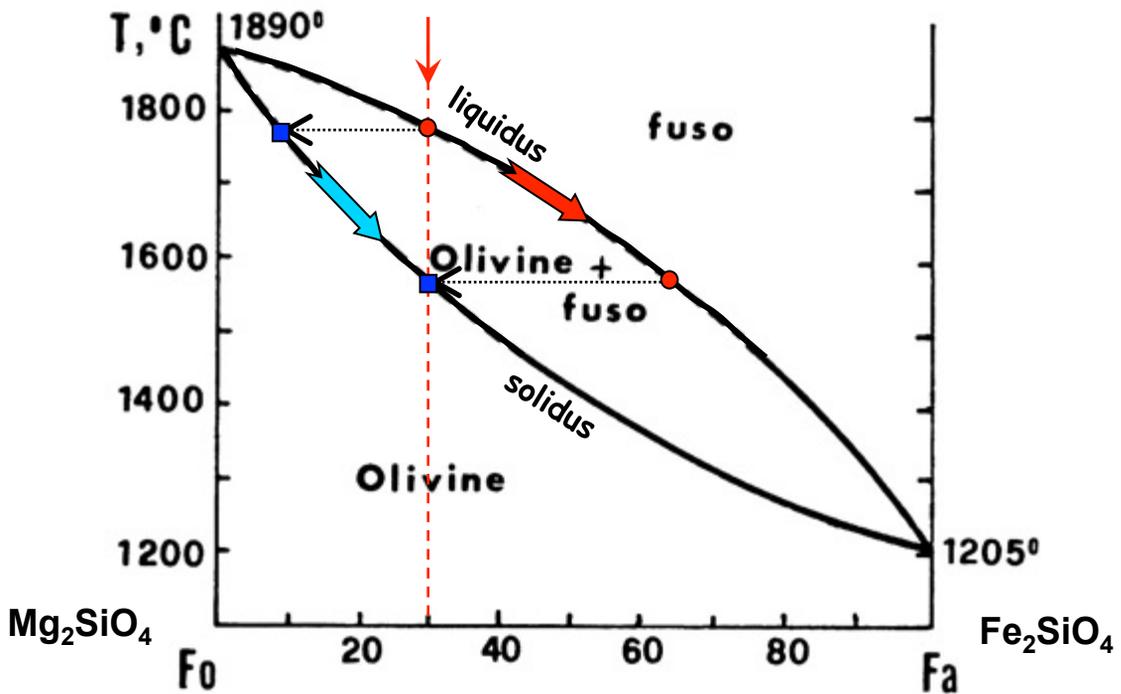
**CARATTERI DIAGNOSTICI:** colore, forte pleocroismo, birifrangenza molto alta,

**PARAGENESI:** presenti nelle rocce magmatiche alcaline e peralcaline, sia intrusive (graniti alcalini, sieniti a foidi) che effusive (trachiti, fonoliti)



# OLIVINE

Nesosilicati rombici, costituiscono una serie a miscibilità completa tra due termini estremi

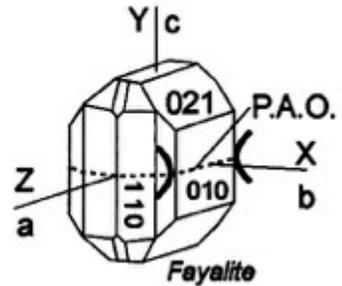
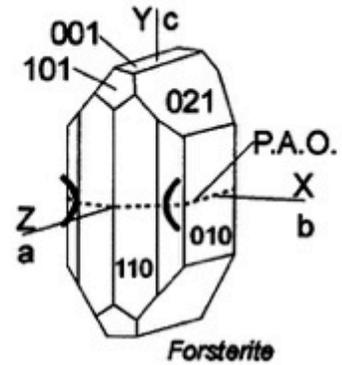


Variazione della densità e caratteristiche ottiche delle olivine in funzione della composizione chimica

# OLIVINA o Peridoto (Mg,Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

## Nesosilicato Rombico

	<i>Forsterite</i> Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	<i>Fayalite</i> Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>
$n_x =$	1.635	1.827
$n_y =$	1.651	1.869
$n_z =$	1.670	1.879
$n_z - n_x =$	0.035	0.052
$2V_z =$	82°	134°
Segno ottico →	(+)	(-)
Peso specifico =	3.22	4.39
Durezza =	7	6½



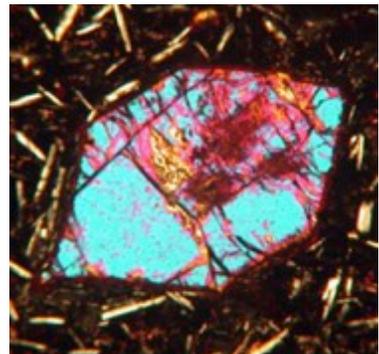
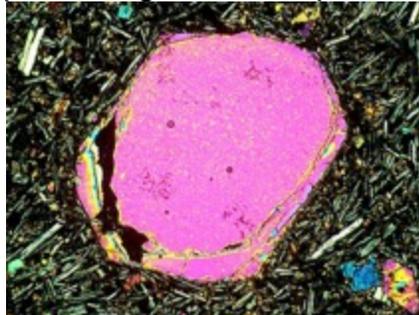
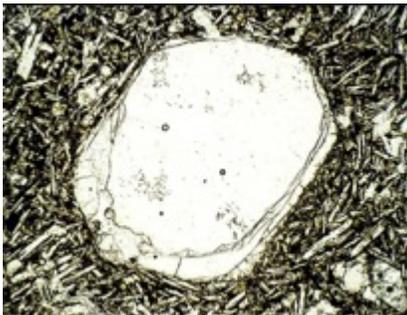
**ABITO:** cristalli tozzi, spesso rotondeggianti e attraversati da fratture; superficie molto limpida, sagrinata; sfaldature quasi assenti.

**COLORE:** in s.s. incolore, non pleocroica **RILIEVO:** alto

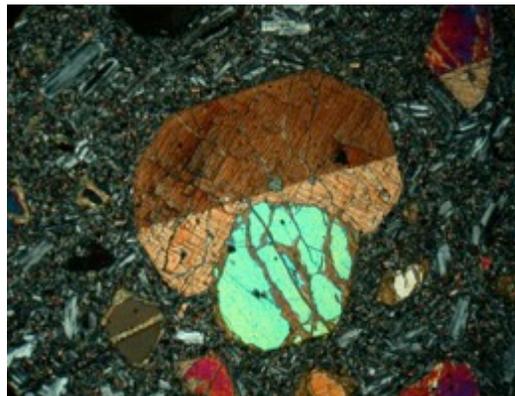
**ESTINZIONE:** retta, parallela all'allungamento, controllabile su cristalli euedrali; può presentare un'estinzione a bande (kink-banding) causata da deformazione per sollecitazioni meccaniche

**BIRIFRANGENZA:** alta, colori di interferenza del II° e III° ordine

**FIGURA DI INTERFERENZA:** biassica + per i termini più ricchi in Mg, biassica - per tutti gli altri; ampio 2V.

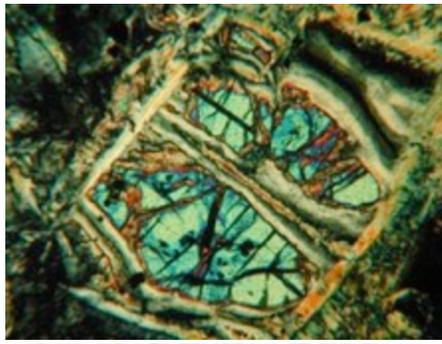
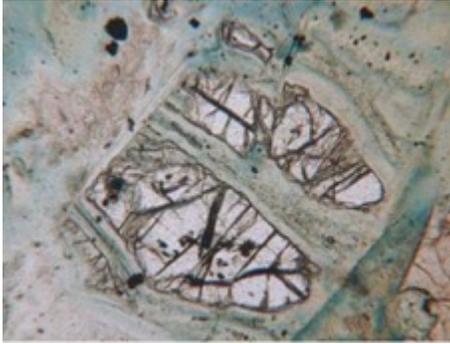


Cristalli euedrali di olivina in basalto

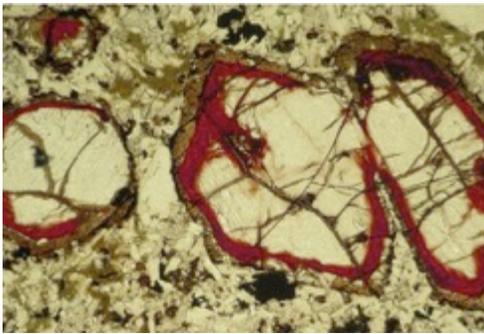


Fenocristallo di olivina e augite in basalto alcalino

**ALTERAZIONE:** molto facilmente alterabile, con prodotti secondari che si sviluppano inizialmente lungo i bordi e le fratture progressivamente sostituiscono tutto il minerale. Prodotti di alterazione: serpentino: aspetto fibroso o con struttura “a maglie”, incolore o verde pallido, bassi colori d’interferenza; iddingsite: miscela di Fe ossidi-idrossidi (ematite, goethite) di colore rosso-arancio-marrone; bowlingite: miscela costituita principalmente da cloriti miste a talco± goethite, di colore verdastro o verde giallognolo

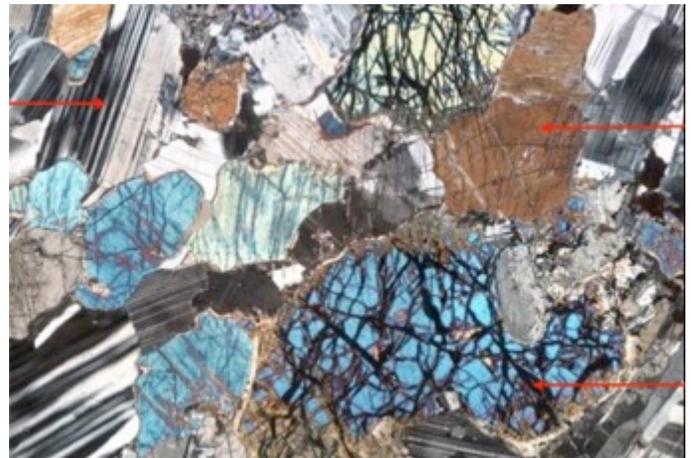
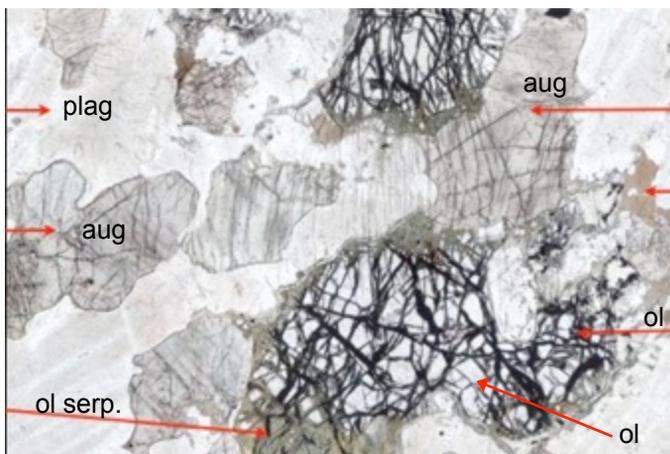


Olivina parzialmente serpentinizzata



Olivina con bordi alterati in iddingsite (sx); completamente alterata in bowlingite (dx)

Gabbro a olivina e augite



**BORDI DI REAZIONE:** si sviluppano tra olivina ricca in Mg e fuso magmatico con produzione di ortopirosseno enstatitico, a bassa P (reazione peritettica)

Nel subsolidus (per riequilibratura) possono svilupparsi attorno all’olivina degli involucri (strutture coronitiche) costituiti da

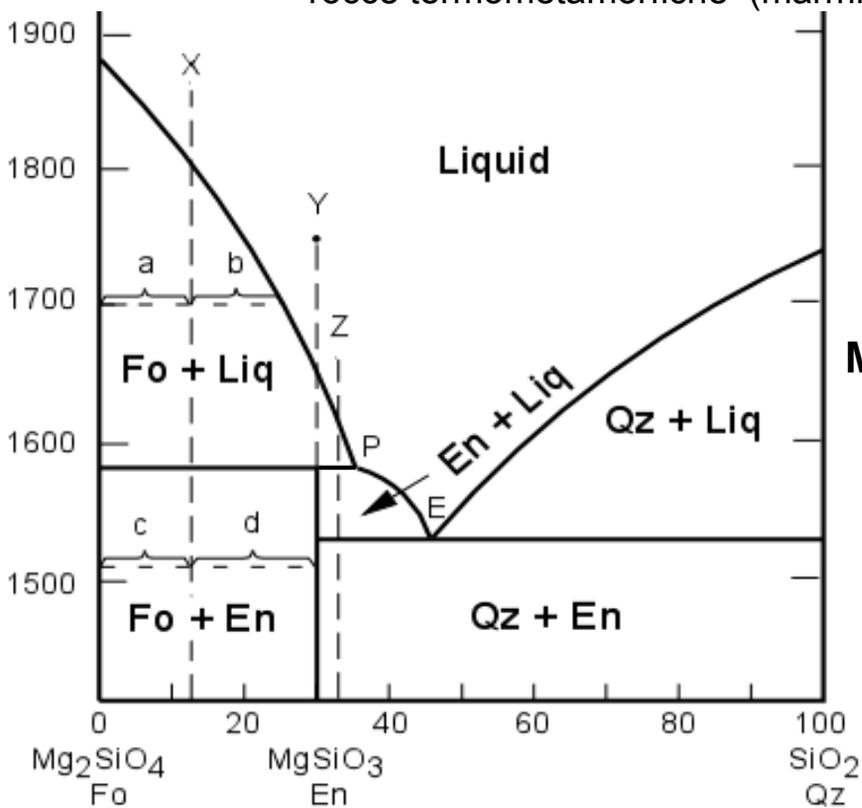
pirosseni,

spinelli, granato.

**CARATTERISTICHE DIAGNOSTICHE:** alto rilievo, limpida, assenza di tracce di sfaldatura, alti colori di interferenza, figura di interferenza, estinzione retta, eventuali tipiche alterazioni

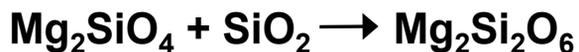
**NOTE:** essendo una soluzione solida a miscibilità completa tra il termine Mg ed Fe, non mostrerà mai lamelle di essoluzione

**PARAGENESI:** l'olivina ricca in Mg è presente in rocce intrusive ultrafemiche (peridotiti); intrusive ed effusive femiche (gabbri, basalti); l'olivina ricca in Fe è invece presente in rocce magmatiche sovrasature in SiO<sub>2</sub> e iperalcaline. Talvolta è presente in alcune rocce termometamorfiche (marmi/marmi dolomitici)



**Sistema Fo - SiO<sub>2</sub> a bassa P**

Produzione di un composto intermedio (enstatite) nel punto peritettico P



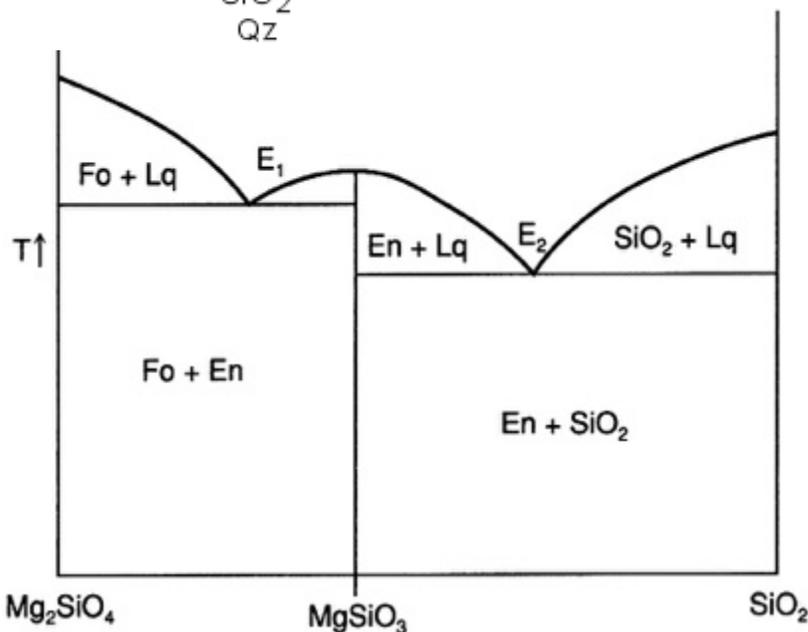
Fo      liquido      enstatite  
peritettico

**Relazione schematica tra Fo - Fo - SiO<sub>2</sub> ad alta P (>5kb) :**

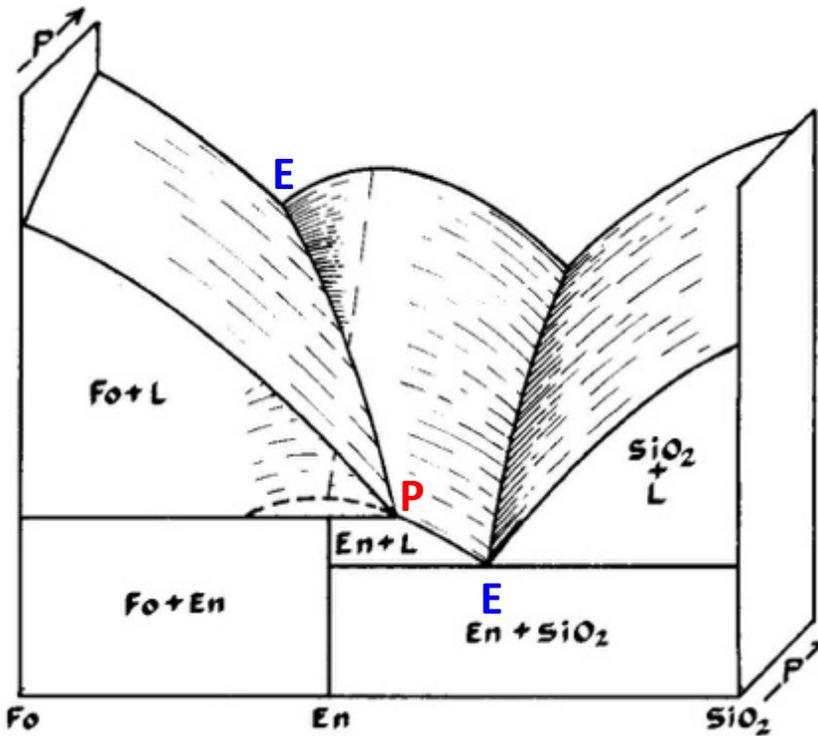
l'ortopirosseno non è più in relazione incongruente con l'olivina

costituisce una BARRIERA TERMICA.

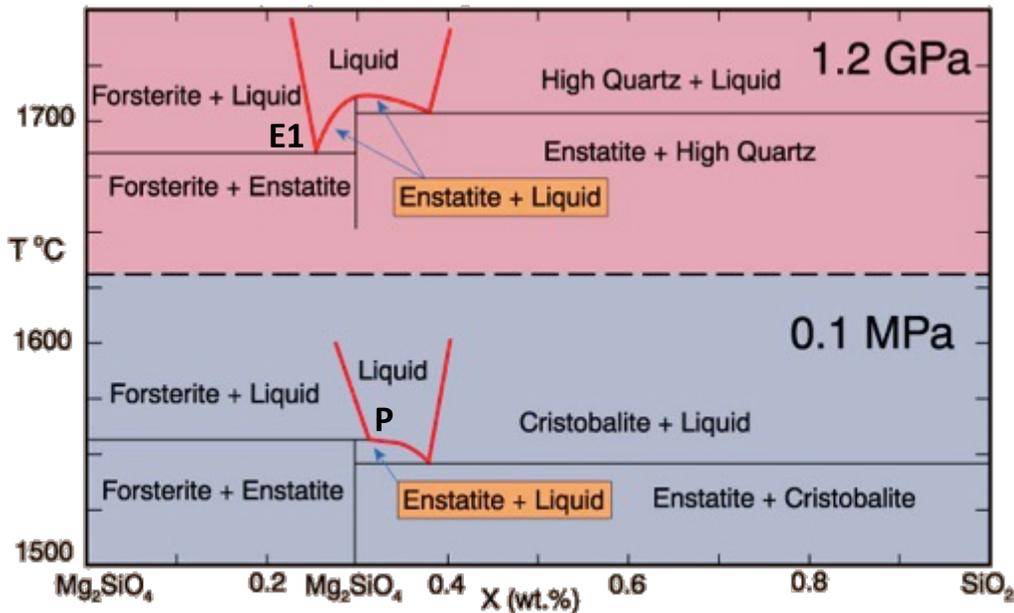
Si generano due eutettici E<sub>1</sub> (liquidi sottosaturi in SiO<sub>2</sub>) ed E<sub>2</sub> (liquidi sovrasaturi in SiO<sub>2</sub>)



# Effetto della Pressione sulle relazioni di fase



Schematic illustration of the effects of pressure on the system forsterite-silica. Note that pressure elevates the liquidus curves of enstatite more than that of forsterite, causing the stability field of forsterite to become smaller as that of enstatite is enlarged. At the same time, the reaction point, P, retreats to lower silica contents until it passes the composition of enstatite and becomes a eutectic. Melting of any assemblage of olivine and enstatite at high pressures will result in a liquid of lower silica content than one produced at low pressures.



## Conseguenza petrologica:

La fusione di un assemblaggio di ol+en (peridotite) produce ad alta Pressione magmi più poveri in silice (SiO<sub>2</sub>-sottosaturi; fusione in E1) rispetto a quelli prodotti a bassa Pressione (fusione in P)