

GIUSEPPE SCHIAVINATO

**La pigeonite e la sua presenza nei basalti del Veneto.**

**1. - La pigeonite fra i pirosseni di segregazione da magmi basici.**

Il problema della cristallizzazione dei pirosseni da magmi basici ha richiamato nell'ultimo ventennio l'attenzione di vari studiosi che con ricerche chimiche ed ottiche su prodotti naturali e sintetici hanno fatto nuova luce sull'argomento. Le difficoltà che si oppongono alla soluzione di questo problema sono innanzitutto da attribuirsi alla grande varietà di composizione chimica esistente talvolta anche fra i pirosseni di una medesima roccia e che può pure manifestarsi in uno stesso individuo con zonature più o meno regolari. La determinazione diretta della composizione chimica di questi minerali è quasi sempre oltremodo ardua per la difficoltà di separarli dagli altri costituenti mineralogici delle rocce eruttive che li contengono, soprattutto di quelle effusive (basalti *l. s.* e rocce ultrafemiche), che costituiscono il loro ambiente naturale di gran lunga più comune. Compito ancora più difficile è poi quello di separare meccanicamente i pirosseni segregatisi per primi dal magma (fenocristalli) da quelli presenti nella massa di fondo. Inoltre le proprietà ottiche che costituiscono il mezzo fondamentale per la determinazione dei minerali delle rocce non offrono sempre per la famiglia dei pirosseni una sufficiente sensibilità poichè è ormai dimostrato che termini risultanti da miscele multiple molto diverse possono presentare una grande affinità nei caratteri ottici fondamentali (birifrangenza, angolo di estinzione, angolo degli assi ottici), la cui esatta determinazione richiede d'altra parte grande cura ed impiego di metodi di uso non comune.

Per questi motivi, e per una certa confusione della nomenclatura, sia nella letteratura petrografica, sia nei trattati più diffusi esistono notevoli incertezze e discordanze nella definizione delle proprietà ottiche di alcune serie di pirosseni, soprattutto per il sistema clinoenstatite-clinoiperstene - diopside - hedenbergite, che si è rivelato di fondamentale importanza nelle paragenesi delle rocce risultanti dalla solidificazione dei magmi femici. Solo recentemente, sulla scorta anche di dati relativi a prodotti sintetici, sono stati tracciati dei diagrammi complessivi di facile impiego nei quali sono espresse le relazioni fra composizione chimica e proprietà ottiche per le miscele delle serie sopra accennate (1). Ma come avverte anche NIGGLI in un suo recente lavoro (2), è ancora consigliabile usare con prudenza di questi diagrammi dato il numero veramente esiguo di analisi e di sintesi sulle quali essi si basano.

Buone indicazioni per la determinazione dei pirosseni delle rocce di cui si sia eseguita l'analisi chimica sono offerte naturalmente dal calcolo della "norma", secondo il noto metodo degli autori americani o secondo quello più recentemente elaborato da NIGGLI (3) che permette di stabilire oltre ad una composizione mineralogica standard in percentuali molecolari, delle varianti che tengano conto della composizione effettiva della roccia stessa. Meglio si prestano a questo scopo quelle rocce basiche nelle quali,

---

(1) TOMITA TÔRU, *Variations in optical properties, according to chemical composition, in the pyroxenes of the clinoenstatite-clinohyperstene - diopside - hedenbergite system.* « Journ. Shanghai Sci. Inst. » Ser. II, Vol. I, 41-58 (1934). WINCHELL A. N., *Further studies in the pyroxene group.* « Amer. Mineral. », 20, 562-568 (1935).

(2) NIGGLI P., *Die Pyroxene der magmatische Erstarrung.* « Schweiz. Min. Petr. Mitt. », Bd. 23 (1943) pag. 548.

(3) NIGGLI P., *Ueber Molekularnormen zur Gesteinsberechnung.* « Schweiz. Min. Petr. Mitt. », Bd. 16, 1936.

essendo il pirosseno il componente femico di gran lunga prevalente se non esclusivo, ed il vetro assai scarso o del tutto assente, la determinazione della composizione mineralogica col tavolino integratore sia eseguibile con notevole precisione. Bisogna però avvertire che data la complessità delle miscele pirosseniche naturali anche nei casi più favorevoli risulta difficile stabilire per questa via in quale misura l'alluminio sia legato agli alcali ed al calcio nelle molecole dei feldspati ed in quale misura esso sia invece da attribuirsi ai pirosseni. Più che dal contenuto di ossidi trivalenti è perciò soprattutto sulla base dei componenti normativi Wo, En, Hy, che sarà possibile partendo dai risultati dell'analisi chimica della roccia che li contiene, fissare con maggiore attendibilità il carattere dei pirosseni.

Applicando questi metodi ad un gran numero di rocce basiche, soprattutto del Pacifico, e tenendo conto anche dell'analisi chimica di pirosseni separati fra i fenocristalli o dalla massa di fondo delle stesse rocce, oltrechè dei caratteri ottici direttamente determinati sulle sezioni sottili, F. W. BARTH <sup>(4)</sup>, <sup>(5)</sup>, <sup>(6)</sup> giungeva a conclusioni destinate a destare qualche sorpresa fra i petrografi. È sua infatti l'affermazione che nelle rocce vulcaniche i pirosseni hanno in prevalenza una composizione che li fa classificare come pigeoniti ("Pigeonite is the most abundant pyroxene in volcanic rocks"), e che la loro cristallizzazione dai magmi basaltici ha inizio con termini essenzialmente diopsidici dai quali mediante una serie regolare e *continua* si passa a com-

---

<sup>(4)</sup> BARTH F. W., *Mineralogical Petrography of Pacific Lavas.* « Amer. Journ. Sc. », 21, 377-405 e 391-530 (1931).

<sup>(5)</sup> BARTH F. W., *Crystallization of pyroxenes from basalts.* « Amer. Mineral. » 16, 195-208, (1931).

<sup>(6)</sup> BARTH F. W., *The crystallization process of basalt.* « Amer. Journ. Sc. » 36, 321-351, 1936.

posizioni clinoiipersteniche rimanendo costante o diminuendo leggermente il contenuto di  $Mg SiO_3$ .

Quest'ultima conclusione che veniva a confermare i risultati delle ricerche sperimentali di BOWEN risultava d'altra parte in contrasto con le vedute di ASKLUND (7) che pochi anni prima aveva fatto rilevare la scarsa miscibilità esistente fra i pirosseni magnesiferi poveri di calcio e quelli ricchi di calcio. Una interpretazione ed in parte una conciliazione dei contrastanti punti di vista dei sopracitati autori si deve ai lavori, concordanti nelle linee generali, di TSUBOI (8) e di KUNO (9) secondo i quali la miscibilità fra i componenti pirossenici sarebbe completa solo nello stadio effusivo, durante il quale cristallizzerebbe un'unica fase, per lo più pigeonitica, capace di conservarsi in condizioni metastabili; nello stadio intratellurico si avrebbe invece la segregazione di un solo pirosseno (pigeonite) o di due pirosseni (augite e pirosseno rombico), secondo che il rapporto molecolare  $Mg : Fe$  sia inferiore o superiore a 45 : 55.

Una revisione critica del problema della cristallizzazione dei pirosseni dai magmi basici con l'apporto di nuove interessanti osservazioni si deve a H. H. HESS (10). Questo autore conferma che la cristallizzazione sia dei pirosseni rombici come di quelli monoclini procede dai termini più magnesiferi verso quelli più ferriferi e che nel sistema "diopside - hedenbergite - clinoenstatite - clinoiiper-

---

(7) ASKLUND B., *Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjo at Kolmården*. « Årsbok Sveriges Geol. Undersök » 17, 6, 1-122..

(8) TSUBOI S., *On the course of crystallization of pyroxenes from rock magmas*. « Japanese Journ. Geol. Geogr. » 10, 66-82, 1932.

(9) KUNO H., *On the crystallization of pyroxenes from rock-magmas with special reference to the formation of pigeonite*. « Japanese Journ. Geol. Geogr. » 13, 141-150, 1936.

(10) HESS H. H., *Pyroxenes of common mafic magmas*. « Amer. Mineral. » Vol. 26, N.º 9, 515-535; N.º 10, 573-594 (1941).

stene, la miscibilità è limitata nel campo delle miscele più povere di ferro ed illimitata per le miscele molto ferrifere; ne consegue che mentre possono cristallizzare insieme dallo stesso magma augite e pigeonite, quest'ultima non accompagna mai le ferroaugiti. Chiarisce la parentela esistente fra ortopirosseni e pigeonite nel senso che i termini più magnesiferi (rapp. mol.  $MgO : FeO > di 7 : 3$ ) sono rombici in conseguenza del fatto che per essi la temperatura di inversione (clino-orto) è più alta della temperatura del magma, mentre quelli più ferriferi sono monoclinali (pigeonite) dato che col diminuire del tenore di magnesio la curva di inversione, come dimostrano le ricerche sperimentali di BOWEN, cade piuttosto rapidamente portandosi al di sotto della temperatura del magma. Afferma inoltre che l'ipersteno contenente lamelle orientate di augite, non raro nelle rocce intrusive, va considerato come un prodotto di smistamento della pigeonite reso possibile da un raffreddamento piuttosto lento.

Il lavoro di HESS riveste notevole importanza anche per il tentativo di definire la nomenclatura dei pirosseni eliminando le confusioni derivanti oltre che dall'imperfetta conoscenza delle relazioni fra composizione chimica e proprietà ottiche, anche dall'uso di sinonimi <sup>(11)</sup> e dalla de-

---

<sup>(11)</sup> Basta ricordare a questo proposito il caso delle miscele fra i termini diopsidici e quelli della serie clinoenstatite-clinohyperstene caratterizzate da un piccolo angolo degli assi ottici, di cui si tratta particolarmente in questa nota, le quali, denominate pigeoniti (da Pigeon Point) nel 1900 da WINCHELL (Am. Geol., 26, pag. 203), venivano descritte nel 1905 da ROSENBUSCH (Mikr. Phys. I, 2, pag. 206) come « magnesiumdiopsid », mentre poco dopo VAHL (Tsch. Min. Petr. Mitt., 26, 1907, pag. 1) suggeriva i nomi, di « enstatitaugit », « bronzitaugit », « hipersteaugit », « enstatitdiopsid » ecc. e LACROIX (Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest, 6, 1906, pag. 81) le designava dapprima come « clinoenstatite » o « clinohyperstene » per addottare poco dopo (Minéral. France IV, 1910, pag. 767) il termine pigeonite. La denominazione « magnesium-

precabile tendenza ad introdurre, per designare varietà locali, dei nomi nuovi che non trovano giustificazione nei caratteri chimico-fisici o nelle condizioni genetiche. La classificazione per i pirosseni monoclini comuni (escluse cioè le varietà ricche di acmite o giadeite) viene così principalmente basata sulle percentuali molecolari di  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{MgSiO}_3$ ,  $\text{FeSiO}_3$ , piuttosto che sul contenuto di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , sia perchè l'allumina è un componente relativamente secondario, sia perchè essa influisce poco sensibilmente sulle proprietà ottiche fondamentali assunte come carattere diagnostico. Trascurando perciò gli ossidi trivalenti contenuti in misura moderata nelle augiti e nelle pigeoniti, nel diagramma della fig. 1 ho tracciato in modo schematico, secondo le proposte di HESS, i limiti di composizione dei vari termini della famiglia dei pirosseni che hanno maggior interesse come componenti di rocce basiche <sup>(12)</sup>. Alcuni di questi limiti sono naturalmente ancora incerti e passibili di rettifica. Le zone in bianco corrispondono ai campi di non miscibilità, mentre la linea grossa a tratto e punto divide il campo nel quale è possibile la coesistenza dei pirosseni rombici o della pigeonite accanto ai pirosseni monoclini diopsidici o augitici, da quello nel quale esiste normalmente una sola fase (nelle rocce eruttive la ferroaugite). Nel campo della pigeonite della fig. 1 cadono naturalmente anche i pirosseni rombici con lamelle orientate

---

diopsid » è mantenuta anche nella successiva edizione del trattato di ROSENBUSCH curata da O. MÜGGE (Mikr. Phys. I, 2, 1927, pag. 474), mentre nella letteratura petrografica più recente, soprattutto ad opera degli autori anglosassoni ed orientali, il termine pigeonite è sempre usato anche in senso talora troppo estensivo.

<sup>(12)</sup> I termini della serie diopside-hedenbergite caratterizzati da un rapporto  $\text{Wo} : \text{En} + \text{Fs}$  molto prossimo a 1:1 e da una temperatura di cristallizzazione notevolmente più bassa di quella della maggior parte dei pirosseni delle rocce eruttive, più che quest'ultime interessano soprattutto le formazioni metamorfiche di contatto.

di augite originatisi in seguito all'inversione della pigeonite nelle condizioni sopra accennate.

Il termine di pigeonite al quale, specialmente dopo i lavori di BARTH, si era data una estensione forse eccessiva, viene così ricondotto entro limiti abbastanza bene definiti per quanto riguarda la composizione chimica, mentre vengono precisate le condizioni genetiche e le relazioni di

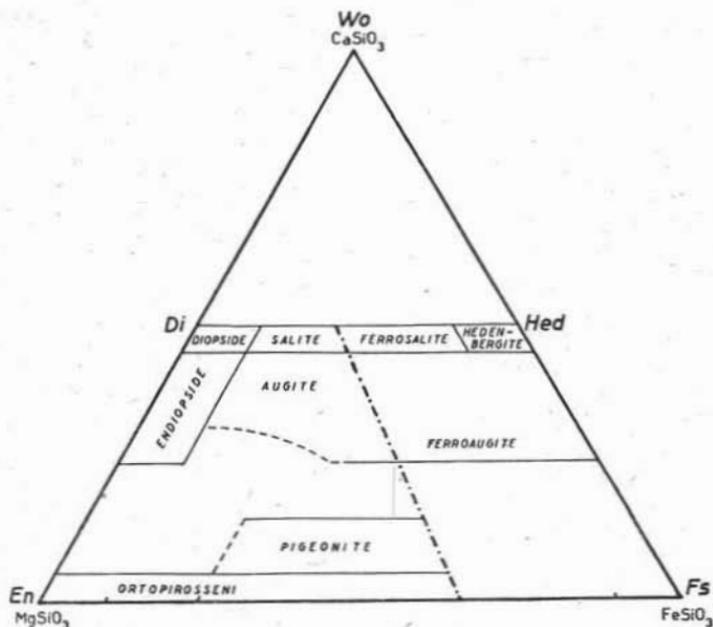


Fig. 1.

paragenesi con altri termini della famiglia dei pirosseni. Nel fissare per le pigeoniti fra il 5 ed il 15% il contenuto di  $\text{CaSiO}_3$  rispetto alla somma dei tre componenti principali considerati nel diagramma, Hess tiene conto sostanzialmente dei limiti di variazione che egli intende attribuire alle proprietà che servono come base per il loro riconoscimento diretto nelle sezioni sottili delle rocce. Il carattere più importante sotto questo punto di vista risulta

essere l'angolo degli assi ottici il cui valore, pur variando entro limiti piuttosto ampi, si scosta sempre decisamente da quello di tutti gli altri termini della famiglia dei pirosseni. Secondo ricerche statistiche di HESS esiste infatti fra i  $30^\circ$  ed i  $40^\circ$  un minimo di frequenza nei valori degli angoli degli assi ottici determinati da vari autori nei pirosseni contenuti in rocce di diversa provenienza e ciò, se da una parte convalida l'ipotesi di una lacuna nella miscibilità dei pirosseni monoclini, suggerisce d'altra parte l'opportunità di considerare tale lacuna come zona di demarcazione fra il gruppo delle augiti e quello delle pigeoniti. Un angolo degli assi ottici di  $40^\circ$  o più indicherebbe perciò, secondo HESS, un pirosseno di composizione augitica mentre tale valore non dovrebbe superare i  $32^\circ$  nelle vere pigeoniti. In queste, come è noto, in rapporto al contenuto di  $\text{CaSiO}_3$ , può cambiare anche l'orientazione ottica per cui i limiti di variazione di  $2V$  risulterebbero così fissati fra  $32^\circ$  e  $0^\circ$  con il piano degli assi ottici // a (010), e fra  $0^\circ$  e  $30^\circ$  con il piano degli assi ottici  $\perp$  a (010). Quest'ultima orientazione è propria delle pigeoniti più tipiche ed i valori medi di tutto il gruppo sono compresi fra  $2V = 0^\circ$  e  $2V = 25^\circ$ , con piano degli assi ottici  $\perp$  a (010).

L'argomento dei pirosseni delle rocce magmatiche è ripreso da P. NIGGLI in un recente lavoro <sup>(13)</sup> mirante soprattutto a fornire le basi per lo studio delle relazioni intercorrenti fra chimismo e composizione mineralogica delle rocce stesse. L'autore, applicando i suoi metodi di calcolo ad un certo numero di pirosseni di solidificazione magmatica, riconosce che i dati analitici finora disponibili legittimano i dubbi già espressi da altri sull'esistenza di una serie continua di cristalli misti fra il gruppo clinoenstatite-

---

<sup>(13)</sup> NIGGLI P., *Gesteinschemismus und Mineralchemismus* ecc. « Schweiz. Miner. Petr. Mitt. » XXIII, 538-607 (1943) e XXIV, 34-43 (1946).

clinoiperstene da una parte, ed il gruppo diopside-hedenbergite ed augiti dall'altra; ma mette in guardia contro le conclusioni troppo affrettate richiamando l'attenzione sulla esiguità ed incompletezza delle analisi chimiche relative ai pirosseni della massa di fondo con caratteri ottici particolari, sulla scarsa conoscenza del comportamento delle proprietà ottiche dei pirosseni in rapporto alla temperatura ecc.. Ponendo a base della nomenclatura la composizione chimica, NIGGLI propone il nome di pigeonitaugite sia per i pirosseni a lamelle interposte (geminati della stessa natura secondo alcuni autori, concrescimenti di termini rombici con termini monoclini secondo altri) come per quelli zonati che *nell'insieme* presentano una composizione compresa fra quella delle augiti e quella delle pigeoniti propriamente dette. Per quest'ultime l'autore pone dei limiti di composizione non molto dissimili da quelli adottati da Hess ma non sembra attribuire importanza decisiva al valore dell'angolo degli assi ottici dato che, pur riconoscendo la netta prevalenza dei termini con  $2V$  compreso fra  $0^\circ$  e  $20^\circ$ , cita pigeoniti con  $2V$  di  $40^\circ$  e perfino di  $60^\circ$ .

Concludendo possiamo dire che i più recenti studi sui pirosseni di solidificazione magmatica in generale e sulla pigeonite in particolare, ad alcuni dei quali si è rapidamente accennato nelle pagine precedenti, sono valsi a coordinare i dati disparatissimi e talora discordanti esistenti nella letteratura sull'argomento, ed a richiamare l'attenzione sulle condizioni genetiche e sulla diffusione delle pigeoniti, ma lasciano almeno in parte ancora aperti tali problemi come pure quello della miscibilità fra pirosseni poveri di calcio ed augiti propriamente dette. Risulta perciò evidente la necessità di nuovi sicuri dati relativi alla composizione chimica ed alle proprietà ottiche dei pirosseni delle rocce eruttive come base per la loro determinazione

diretta nelle sezioni sottili, ed allo scopo di fornire sempre maggiori elementi alla soluzione del più vasto problema dei rapporti fra chimismo e composizione mineralogica delle rocce eruttive.

## 2. - La pigeonite nei basalti del Veneto.

Precisati, allo stato attuale delle nostre conoscenze, i limiti di composizione chimica e le corrispondenti proprietà ottiche dei termini pirossenici ai quali spetta la definizione di pigeoniti, credo non privo di interesse segnalarne la presenza, da me accertata, in alcune rocce effusive del Veneto delle quali mi sto da qualche tempo occupando, riservandomi di illustrarne più compiutamente le condizioni paragenetiche dopo aver concluso lo studio tuttora in corso delle estese colate basaltiche dei M. Lessini e delle Colline a N di Vicenza. Tale segnalazione mi sembra tanto più opportuna in quanto nella pur vasta letteratura esistente sulle rocce sopracitate, come pure in un lavoro specifico eseguito con molta cura da M. STARK sui pirosseni delle rocce degli Euganei<sup>(14)</sup>, non ho trovato alcun cenno di minerali le cui caratteristiche possano essere ricondotte a quelle delle vere pigeoniti. In verità il sopracitato autore segnala il carattere un po' particolare dei pirosseni contenuti in alcuni "basalti feldispatici a struttura otfica", nei quali "sind die Augite nicht immer gleichartig, und stehen näher als alle anderen Euganeengesteinsaugite den Enstatitaugiten".

Questa tendenza verso le miscele ricche di clinoenstatite è rilevabile secondo STARK in alcuni cristalli nei quali si nota una insolita variazione per zonatura dei caratteri ottici, soprattutto dell'angolo degli assi ottici, il quale mentre

---

(14) STARK M., *Die Augite in den Gesteinen der Euganeen*. «Neuen Jah. f. Mineral. etc.» Beil. LV, Abt. A, 1926, p. 1-35.

al centro presenta un'ampiezza di  $44^{\circ}$ - $46^{\circ}$  e non si scosta quindi praticamente dal valore medio dei pirosseni degli altri basalti a struttura oftica, verso la periferia può scendere anche fino a  $33^{\circ}$ . L'autore non precisa però se a questo valore di  $2V$  (che per quanto si è visto nelle pagine precedenti supererebbe, sia pure di poco, il limite del campo di variazione ravvisato da HESS per le pigeoniti) si giunga bruscamente oppure attraverso una serie continua di valori estesi fino ai  $44^{\circ}$ - $46^{\circ}$  del nucleo dei cristalli.

Nel lavoro di STARK risulta perciò segnalata una sporadica *tendenza* in alcuni basalti euganei verso termini pirossenici monoclini poveri di calcio, ma resta impregiudicato il problema dell'esistenza di vere pigeoniti come pure quello della miscibilità o meno fra queste e le augiti.

Al primo quesito, quello dell'esistenza delle pigeoniti nelle rocce terziarie del Veneto, credo di poter senz'altro rispondere affermativamente. Infatti, oltre che in una delle più tipiche e note rocce degli Euganei, il basalto doleritico di Teolo, anche e soprattutto nelle doleriti della regione occidentale dei Monti Berici ho potuto accertare la presenza di termini pirossenici assolutamente uniassici o con angolo degli assi ottici molto piccolo ( $2V < 10^{\circ}$ ). Questi pirosseni non si presentano mai in cristalli isolati ed omogenei ma costituiscono dei limitati concrescimenti paralleli per lo più marginali, talora anche a chiazze irregolari che si spingono nell'interno di maggiori individui di natura augitica. Il passaggio dall'uno all'altro tipo di miscela, almeno per quanto si può dedurre dai caratteri ottici, non è graduale, ma brusco, tanto che non di rado una linea di demarcazione ben netta è rilevabile anche col solo polarizzatore. Una certa variazione graduale di composizione con fenomeni di zonatura verso i bordi si osserva invece talora nelle augiti, come risulta per es. dalla serie di misure effettuate sui pirosseni della dolerite di Brendola riportata nella tabella 1.

TABELLA 1. - *Pirosseni della dolerite di Brendola (Monti Berici).*

Cristallo N.º	2 V	c/γ	
1	51º	43º	centro } bordo } augite
	41º	47º	
	8º	40º	concresc. } laterale } pigeonite
2	49º	41º	centro } bordo } augite
	39º	45º	
	8º	—	concresc. - pigeonite
3	48º	—	augite
	9º	—	pigeonite (concresc.)
4	48º	—	augite
	6º	—	pigeonite (concresc.)
5	51º	40º	augite
6	50º	41º	augite
7	50º	40º	augite

Si ha pertanto una variazione *continua* nelle proprietà ottiche dell'augite dal centro verso la periferia con una diminuzione media di 2V da 50º a 40º, mentre in corrispondenza degli accrescimenti pigeonitici si passa *bruscamente* a valori di 2V compresi fra 9º e 6º.

Una analoga associazione augite-pigeonite si osserva, come già dissi, nel basalto doleritico di Teolo; alcune misure effettuate sui pirosseni di questa roccia sono raccolte nella tabella 2.

TABELLA 2. - *Pirosseni del basalto doleritico di Teolo  
(Colli Euganei).*

Cristallo N.º	2 V	c/γ	
1	46°	—	augite
	5°	—	pigeonite
2	48°	41°	augite
3	48°	42°	augite
	4°	—	pigeonite
4	47°	43°	augite
5	47°	42°	augite
6	46°	41°	augite

Tutte le misure riportate nelle tabelle 1 e 2 furono da me eseguite con grande cura al Tavolino Universale. Quelle relative all'angolo di estinzione  $c/\gamma$  furono limitate ai cristalli che per le caratteristiche morfologiche e per la favorevole orientazione si presentavano in condizioni più propizie per una determinazione attendibile dell'importante carattere ottico. Sono ben note infatti le difficoltà che si oppongono ad una esatta determinazione dell'angolo di estinzione su (010) dei cristalli monoclini contenuti nelle rocce, tanto che specialisti di grande valore come MICHEL-LÉVY, ROSENBUSCH, DALY, HARKER ecc. si sono occupati diffusamente dell'argomento. Fra i metodi sperimentali consigliati, ho scelto quello elaborato di recente da C. BURRI<sup>(15)</sup>,

(15) BURRI C., *Bestimmung der Auslöschungsschiefe monokliner Augite und Horneblenden auf (010) mittels beliebiger Schnitte.* « Schweiz. Min. Petr. Mitt. » Bd. XI, heft 2, 1931.

che oltre ad una notevole semplicità e precisione offre il vantaggio di non richiedere lamine isolate di sfaldatura del minerale ed è quindi applicabile anche allo studio dei costituenti di rocce a grana molto fine e soprattutto di quelli,

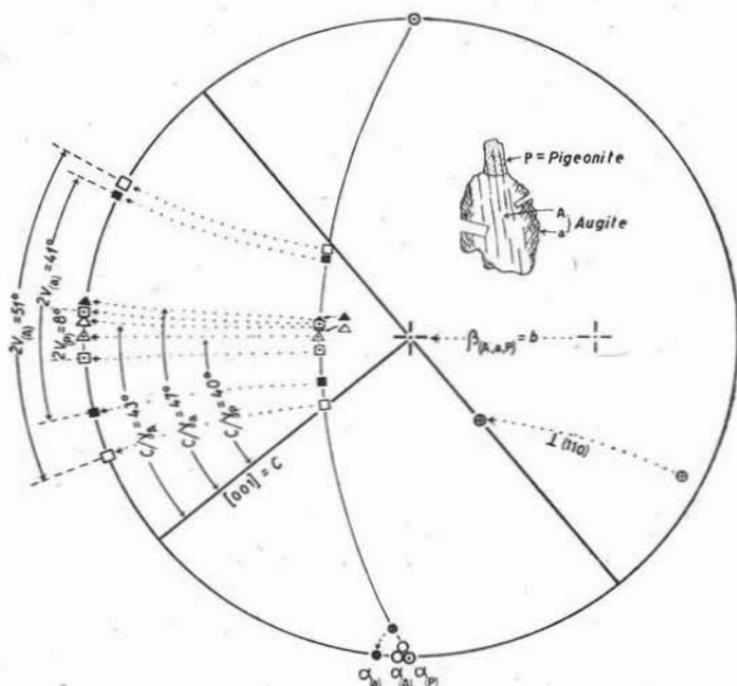


Fig. 2 - Augite (A)  $\circ \triangle \square$ ; bordo augit. (a)  $\bullet \blacktriangle \blacksquare$ ; Pigeonite (P)  $\odot \triangle \square$

Proiezione stereografica di un pirosseno della dolerite di Brendola.  
(Vedi spiegazione nel testo).

come è nel nostro caso, nei quali si hanno variazioni di composizione in uno stesso individuo. Nello stereogramma della fig. 2 sono riprodotti gli elementi ottici relativi ad un pirosseno della dolerite di Brendola costituito da augite sensibilmente zonata concresciuta con pigeonite, ed è inoltre riportato, con il metodo sopra accennato, l'asse della

zona [001] che è comune a tutte le miscele presenti nell'individuo considerato e rispetto al quale si possono misurare i vari angoli di estinzione  $c/\gamma$ . Tale asse è facilmente individuabile quando si conosca la proiezione di un piano ad esso normale o i poli di due rette giacenti in questo piano. Le due rette prescelte sono: la direzione  $n_\beta$  che nei pirosseni considerati è  $\perp$  a (010), ed una normale al piano di sfaldatura (110) (come è indicato nella figura 2). Al fine di rendere più precisa la lettura degli angoli di estinzione  $c/\gamma$ , lo stereogramma ottenuto direttamente al T. U. è fatto ruotare in modo che la proiezione risulti sul piano (010).  $\beta$  viene così a cadere al centro del disegno e gli altri elementi si spostano lungo le linee punteggiate nelle direzioni indicate dalle frecce.

Nei numerosi controlli sulla pigeonite effettuati sia al T. U., sia mediante l'osservazione conoscopica diretta, trovai sempre:  $b = \beta$ . Mancano quindi nelle rocce del Veneto finora da me esaminate le pigeoniti con il piano degli assi ottici  $\perp$  a (010).

A conclusione di quanto esposto nelle pagine precedenti a proposito di alcune mie osservazioni sui pirosseni delle rocce effusive basiche terziarie del Veneto centrale si può rilevare quanto segue:

1) Nelle doleriti di Brendola (Monti Berici) ed in quelle di Teolo (Colli Euganei) è presente un pirosseno avente i seguenti caratteri ottici:  $c/\gamma = 40^\circ - 42^\circ$ ;  $2V\gamma = 4^\circ - 9^\circ$ ; piano degli assi ottici parallelo a (010). Il valore dell'angolo degli assi ottici non lascia alcun dubbio sul fatto che si tratti di pigeonite. L'orientazione del piano degli assi ottici indicherebbe, secondo WINKELL, un termine pigeonitico con un contenuto di CaO non inferiore al 7%.

2) Nelle rocce sopra accennate la pigeonite è costantemente accompagnata da augite zonata con i seguenti

caratteri ottici: centro  $2V = 48^{\circ}-51^{\circ}$ ,  $c/\gamma = 40^{\circ}-43^{\circ}$ ; bordo  $2V = 39^{\circ}-41^{\circ}$ ,  $c/\gamma = 45^{\circ}-47^{\circ}$ . Augite, e pigeonite sono quasi sempre in associazione parallela e risultano separate da una linea abbastanza netta, ad andamento irregolare messa in risalto dalla brusca variazione delle proprietà ottiche. In accordo con i risultati delle ricerche di H. H. Hess e contrariamente alle affermazioni di altri autori, ciò verrebbe a confermare l'esistenza di un campo di non miscibilità fra augite e pigeonite e indicherebbe quest'ultima come una varietà mineralogica definita e distinta.

3) L'osservazione diretta non permette di stabilire con sicurezza l'ordine di successione paragenetica dei due termini pirossenici ma tutto lascia supporre che in un primo tempo l'augite che costituisce il nucleo dei cristalli maggiori e la pigeonite si siano separate contemporaneamente, e che infine la cristallizzazione sia proceduta con la segregazione, all'estremo bordo dell'augite, di un'unica fase pirossenica (vedi fig. 2). Se ciò risponde a realtà, questa ultima dovrebbe avere una composizione ferroaugitica rappresentando un termine che, nel diagramma  $\text{CaSiO}_3 - \text{MgSiO}_3 - \text{FeSiO}_3$  (vedi fig. 1), avrebbe il suo punto di proiezione al di fuori del campo nel quale è possibile la coesistenza di due pirosseni: pigeonite o ortopirosseni e augite o diopside. Il valore abbastanza elevato di  $c/\gamma$  riscontrato nelle zone periferiche dell'augite può essere attribuito ad un certo contenuto di allumina che, come è noto, mentre influisce minimamente sull'angolo degli assi ottici e sugli indici di rifrazione, ha considerevole effetto sull'angolo di estinzione.

4) Per quanto riguarda le condizioni genetiche della pigeonite nelle rocce considerate, è opportuno porre in rilievo una circostanza che acquista particolare significato alla luce delle osservazioni contenute in un recentissimo

lavoro di A. POLDEVAART <sup>(16)</sup> giunto in Italia mentre la presente nota era in corso avanzato di stampa.

Fra i numerosissimi affioramenti di rocce basiche della vasta provincia petrografica berico-lessineo-euganea la pigeonite fu da me finora osservata soltanto in due masse eruttive, la dolerite di Teolo e quella di Brendola, aventi il carattere di intrusioni poco profonde, probabilmente di natura laccolitica. La grossezza eccezionale della grana, soprattutto della seconda, costituisce un documento della intensa azione mineralizzatrice esercitata da elementi volatili al momento della cristallizzazione. In molte altre rocce basiche della stessa regione e di composizione chimica anche assai prossima a quella delle doleriti di Brendola e di Teolo, ma appartenenti a formazioni eruttive di natura diversa (colate, cupole, dicchi, filoni ecc.), la pigeonite è del tutto assente.

Tali circostanze offrono nei riguardi del problema genetico del minerale considerato delle indicazioni che è opportuno porre in relazione con quelle fornite dal sopra citato lavoro di A. POLDEVAART dal quale risulta che la pigeonite sostituisce i pirosseni rombici nelle parti più elevate di alcune formazioni intrusive (laccoliti, sills), nelle doleriti pegmatitiche, ed in altre rocce del Sud Africa rimaneggiate in seguito a processi metasomatico-pneumatolitici.

Si è così indotti a pensare che la segregazione della pigeonite, o almeno la sua persistenza a bassa temperatura, sia legata soprattutto ad un ambiente ricco di elementi volatili all'atto della solidificazione del magma, oltre che

---

<sup>(16)</sup> POLDEVAART A., *The relationship of orthopyroxene to pigeonite*. « Mineral. Mag. » XXVIII, n. 198, pp. 164-172, settembre 1947. (Questo lavoro contiene una bibliografia recente sull'argomento alla quale rimando senz'altro il lettore. Per altri esaurienti dati bibliografici vedasi specialmente il già citato lavoro di H. H. HESS).

ad una opportuna velocità di raffreddamento che ne impedisca l'inversione a pirosseno rombico o lo smistamento in due fasi pirosseniche distinte (ciò che avviene di solito nelle rocce intrusive). Queste condizioni chimico-fisiche infatti possono verosimilmente trovare realizzazione in formazioni intrusive poco profonde come quelle nelle quali la pigeonite fu da me osservata.

*Padova, Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università e Centro Studi di Petrografia e Geologia del Consiglio Naz. delle Ricerche - 1947.*

---