

GIUSEPPE SCHIAVINATO

Ricerche chimico-petrografiche sui Monti Berici.

Nel vasto quadro delle manifestazioni eruttive del bacino mediterraneo legate all'attività orogenetica alpina, le rocce dei Monti Lessini, dei Monti Berici e dei Colli Euganei occupano una posizione sommamente caratteristica e tale da consigliarne uno studio molto accurato, allo scopo di chiarire sia il problema della differenziazione magmatica, sia quello dell'esistenza di rapporti genetici fra questi tre vicinissimi distretti eruttivi, sia infine quello delle relazioni fra attività magmatica e condizioni tettoniche nelle quali essa si svolse. Pertanto le indagini chimico-petrografiche sulla regione furono intraprese ex novo non offrendo la pur vasta bibliografia esistente sull'argomento dei dati analitici utilizzabili per ricerche di tal genere.

La grande varietà di tipi petrografici raggiunta in sede strettamente euganea e già sinteticamente illustrata in una mia precedente memoria ⁽¹⁾ contrasta palesemente con le più vaste manifestazioni berico-lessinee che presentano una assai maggiore uniformità di tipi e di cui mi accingo a trattare iniziando dal settore più prossimo agli Euganei, quello dei Monti Berici.

Tufi basici, brecciole e basalti affiorano in moltissimi punti ma soprattutto nella regione occidentale di questo piccolo gruppo montuoso che sorge isolato dalla pianura, a breve distanza dalle estreme propaggini meridionali dei Monti Lessini dove le rocce vulcaniche raggiungono il massimo sviluppo. Si può dire che basalti e rocce piroclastiche si incontrino a tutti i livelli stratigrafici dei Berici,

⁽¹⁾ G. SCHIAVINATO, *Studio chimico-petrografico dei Colli Euganei*. « Mem. Istituto Geol. Università di Padova ». Vol. XV 1944.

dall' Eocene inferiore al Miocene, quantunque talora sia possibile fissarne l'età relativa solo con larga approssimazione come avverte anche R. FABIANI al quale si debbono i più esaurienti studi sulla morfologia, sull'idrografia e sulla geologia della regione ⁽²⁾ e che trattò pure in particolare delle rocce eruttive e piroclastiche ⁽³⁾ col precipuo intento di « mettere in rilievo i rapporti di giacitura delle formazioni vulcaniche con quelle esogene e di ricercare, per i vari affioramenti delle prime, l'origine, i legami reciproci e l'età in cui si sono prodotte ». Data questa dichiarata intonazione essenzialmente geologica, il lavoro di R. FABIANI, pur offrendo un quadro fedele della diffusione e delle caratteristiche petrografiche fondamentali delle rocce eruttive dei Colli Berici, ed una preziosa guida per la loro identificazione sul terreno, non può naturalmente costituire che un punto di partenza per una indagine petrografica che, su basi chimiche e mineralogiche valga a definire la posizione delle rocce stesse nel quadro dell'attività magmatica svoltasi durante l'Era Terziaria nel Veneto centrale ed occidentale.

Fra i campioni raccolti in tutti gli affioramenti di rocce eruttive segnalati nei Monti Berici ho creduto pertanto opportuno, dopo un attento esame microscopico, scegliere per lo studio particolare quattro tipi che bene mi sembravano rappresentare la varietà delle facies osservate o l'importanza delle relative formazioni. Essi sono: la dolerite di Brendola, il basalto di Altavilla, il basalto limburgitico della collina di Fara e l'augitite di Spiazo.

1. - *Dolerite di Brendola.*

Verso le propaggini nord-occidentali dei Monti Berici, in località Brendola, affiora una notevole massa eruttiva

⁽²⁾ FABIANI R., *La regione dei Berici - Morfologia, idrografia e geologia.* Uff. Idrogr. Magistrato alle acque. Venezia 1911.

⁽³⁾ FABIANI R., *Sulle rocce eruttive e piroclastiche dei Colli Berici.* « Atti Acc. Veneto-Trentino-Istriana » 1911.

che si estende attraverso le borgate di Valle e Goia per una lunghezza di circa due Km. e che ha attraversato le marni dell'eocene superiore ed i calcari oligocenici esercitando su queste rocce un'azione metamorfosante relativamente profonda rispetto alle altre masse eruttive della regione.

La roccia, grigio-nerastra, abbastanza compatta, si fa notare già all'esame macroscopico per la grana molto grossa che le conferisce un aspetto tipicamente doleritico. In una piccola cava inattiva sulle pendici meridionali del M. Spiazo, fra Goia e Valle, la roccia presenta una pronunciata fessurazione cipollare e lascia scorgere ad occhio nudo dei cristalli di plagioclasio perfettamente idiomorfi della lunghezza di 10-15 mm. La grossezza della grana diminuisce in prossimità dei contatti e, pur rilevandosi ancora all'esame microscopico una struttura ofitica, la roccia assume un aspetto basaltico normale a grana minuta.

Il campione scelto per lo studio chimico ed ottico dettagliato rappresenta il tipo medio più diffuso e proviene dalla cava situata presso le case Revese nella quale la roccia appare molto fresca e manifesta una pronunciata fessurazione colonnare. Il carattere più saliente rilevabile in sezione sottile è costituito dalla struttura spiccatamente ofitica risultante da un aggregato olocristallino di sottili lamine plagioclastiche, della lunghezza di 2-3 mm., perfettamente idiomorfe rispetto ai grossi individui pirossenici che le inglobano o si modellano negli interstizi angolosi.

I plagioclasii sono del tutto esenti da alterazione ed appaiono costantemente geminati secondo la legge dell'albite raramente associata a quella di Carlsbad o del periclino. La zonatura è sempre notevole, talora fortissima. In base alla lettura dell'angolo massimo di estinzione in zona \perp a (010), fu determinata, nei cristalli di dimensioni medie, una composizione del 65% An con variazione periferica fino al 45% An. Qualche individuo di maggiori dimensioni e geminato secondo « albite-Carlsbad », presenta

nella parte nucleare un angolo degli assi ottici molto prossimo a 90° , un segno ottico positivo, ed una coppia di angoli di estinzione in zona simmetrica alla quale corrisponde una composizione del 72%. An, mentre al bordo si scende al 42% An. In qualche caso la zonatura è così pronunciata da portare ad un contenuto di anortite non superiore al 18-20%.

Il pirosseno costituisce buona parte dell'aggregato nel quale rappresenta l'unico componente femico essenziale. Già ad un esame superficiale risulta evidente la poca omogeneità di composizione di questo minerale, deducibile dalla notevole variazione di caratteri ottici, anche in uno stesso individuo. In alcuni cristalli infatti si nota una marcata zonatura, in altri una variazione irregolare a chiazze del potere birifrattivo e soprattutto dell'angolo degli assi ottici. L'osservazione conoscopica permette di accertare la presenza di termini pirossenici quasi uniassici e di segno ottico positivo, accanto ad altri pure positivi ma con angolo degli assi ottici via via crescente fino ad un massimo misurato corrispondente a $2E \approx 95^\circ$. Il colore è giallo-bruniccio ed il pleocroismo appena percettibile. Piuttosto rare le geminazioni con le caratteristiche usuali.

Lo studio dell'orientazione ottica, eseguito con cura al T. U., ha permesso di stabilire che il concrescimento di pirosseni di composizione diversa avviene in modo da mantenere il parallelismo fra le direzioni n_β , e che i termini più diffusi sono riferibili essenzialmente a due tipi aventi i seguenti caratteri ottici:

$$a) c: \gamma = 40^\circ \pm 1^\circ \qquad 2V_\gamma = 8^\circ - 10^\circ$$

$$b) c: \gamma = 42^\circ \pm 2^\circ \qquad 2V_\gamma = 48^\circ - 50^\circ$$

Esistono inoltre in misura del tutto subordinata, soprattutto verso i bordi degli individui maggiori, delle miscele con:

$$c: \gamma = 47^\circ \quad ; \quad 2V_\gamma = \div 40^\circ$$

Si può così concludere che gli elementi del tipo *a*) i quali, almeno fra quelli conservati nella roccia, appaiono come i primi termini pirossenici segregatisi dal magma, presentano i caratteri di quelle miscele clinoenstatitico-hedenbergitiche che vanno sotto il nome di *pigeoniti*. Dal diagramma fornito da WINCHELL per il suddetto sistema ⁽⁴⁾ si deduce inoltre un contenuto percentuale in peso di clinoenstatite di poco superiore al 50 %.

Quanto agli elementi del tipo *b*), sempre secondo i diagrammi di WINCHELL ⁽⁵⁾, dovrebbe trattarsi di miscele più complesse del sistema clinoenstatite-hedenbergite-diopside con un contenuto quasi equivalente dei tre costituenti, mentre gli ultimi elementi pirossenici segregatisi ai bordi dei cristalli maggiori dovrebbero corrispondere a termini ricchi di hedenbergite (circa 70 % in peso).

Fra i componenti accessori merita particolare menzione l'ilmenite che si presenta sotto forma di bacchettine della lunghezza di 0,5-1 mm. talora isoorientate, a volte incrociate, quasi sempre accentrate in nidi. Prodotti secondari giallo-bruni di natura colloidale riempiono delle piccole cavità per lo più irregolari, talvolta riproducenti la forma tipica dei cristalli di olivina per cui non è da escludersi che questo minerale fosse originariamente presente nella roccia in esame.

I risultati dell'analisi mineralogica quantitativa, dell'analisi chimica e delle « norme molecolari » ⁽⁶⁾ da questa dedotte, sono riuniti nella tabella 1.

L'accordo fra la composizione osservata e quella calcolata è soddisfacente soprattutto quando si pensi che nella seconda figurano soltanto pirosseni non allumiferi mentre

⁽⁴⁾ WINCHELL N. H., *Elements of optical Mineralogy*. «John Willey» New York, parte II pag. 180.

⁽⁵⁾ Op. cit. pag. 186.

⁽⁶⁾ NIGGLI P., *Ueber Molekularnormen zur Gesteinsberechnung*. «Schweiz. Min. Petr. Mitt.» Bd. XVI, 1936.

in realtà parte dell'alluminio e degli alcali sono da considerarsi componenti dell'augite nelle miscele pirosseniche presenti nella roccia.

TABELLA 1

Dolerite di Brendola

SiO ₂	50.60	Composizione mineralogica	
TiO ₂	1.60	osservata (% in volume)	
P ₂ O ₅	0.36		
Al ₂ O ₃	15.38	Plagioclasti (45-70 % An)	52 %
Fe ₂ O ₃	3.17	Pirosseni (pigeonite,	
FeO	7.22	enstatitaugite)	36 >
MnO	0.16	Ilmenite e magnetite	7 >
MgO	6.74	Prodotti secondari	5 >
CaO	9.60		
Na ₂ O	3.07	si 122.2, al 21.9, fm 44.8, c 24.8, alc 8.5,	
K ₂ O	0.77	k 0.14, mg 0.54, ti 2.9, p 0.36, c/fm 0.55,	
H ₂ O-	1.20	qz -12.	
H ₂ O+	0.50		
	<hr/> 100.37		

« Base »	Norma molecolare	Variante
Q	30.2	Or 4.9
Kp	2.9	Ab 28.5
Ne	17.0	An 26.2
Cal	15.7	Wo 8.0
Cs	6.0	En 14.0
Fs	3.4	Hy 9.6
Fo	14.1	Fo 3.6
Fa	8.9	Mt 3.4
Cp	0.7	Ru 1.1
Ru	1.1	Cp 0.7
	<hr/> 100.0	Serp 4.0

<table border="0"> <tr> <td>35.6 = L</td> <td>Or 4.9</td> <td>Or 4.9</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">}</td> <td>Ab 28.5</td> <td>Ab 28.5</td> </tr> <tr> <td>An 26.2</td> <td>An 26.2</td> </tr> <tr> <td>32.4 = M</td> <td>Wo 8.0</td> <td>Wo 8.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">}</td> <td>En 14.0</td> <td>En 14.7</td> </tr> <tr> <td>Hy 9.6</td> <td>Hy 7.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">}</td> <td>Fo 3.6</td> <td>Mt 3.4</td> </tr> <tr> <td>Mt 3.4</td> <td>Ilm 2.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ru 1.1</td> <td>Cp 0.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Cp 0.7</td> <td>Serp 4.0</td> </tr> </table>	35.6 = L	Or 4.9	Or 4.9	}	Ab 28.5	Ab 28.5	An 26.2	An 26.2	32.4 = M	Wo 8.0	Wo 8.0	}	En 14.0	En 14.7	Hy 9.6	Hy 7.6	}	Fo 3.6	Mt 3.4	Mt 3.4	Ilm 2.2		Ru 1.1	Cp 0.7		Cp 0.7	Serp 4.0	59.6	30.3	6.3
35.6 = L	Or 4.9	Or 4.9																												
}	Ab 28.5	Ab 28.5																												
	An 26.2	An 26.2																												
32.4 = M	Wo 8.0	Wo 8.0																												
}	En 14.0	En 14.7																												
	Hy 9.6	Hy 7.6																												
}	Fo 3.6	Mt 3.4																												
	Mt 3.4	Ilm 2.2																												
	Ru 1.1	Cp 0.7																												
	Cp 0.7	Serp 4.0																												

$$\alpha = 0.44, \quad \gamma = 0.18, \quad \mu = 0.43, \quad \alpha = + 0.56$$

2. - *Basalto di Altavilla.*

Il basalto di Altavilla costituisce buona parte della collina omonima che sorge all'estremità nord-occidentale dei Berici, isolata da questi da un brevissimo tratto di pianura. Secondo FABIANI (7) esso è certamente posteriore agli strati miocenici di arenarie marnose e di calcari nulliporici che al contatto presentano tracce evidenti di metamorfismo.

La roccia è grigio-nerastra, compatta, di aspetto finemente granuloso. Un campione raccolto nella cava di pietrisco presso la strada statale manifesta una struttura porfirica per la presenza di numerosi fenocristalli di olivina che raggiungono o superano di poco le dimensioni di un millimetro, accompagnati da elementi pirossenici alquanto più piccoli, in un feltro di minute lamelle plagioclasiche. Il vetro è del tutto assente, e la pasta di fondo, sulla quale è uniformemente cosparsa una minuta granulazione di ossidi di ferro, assume aspetto pilotassitico. Una lieve tendenza fluidale è appena rilevabile intorno ai cristalli maggiori.

L'olivina è per lo più in cristalli idiomorfi, ma si presenta anche in granuli irregolari con tracce di corrosione e con le caratteristiche fratture nelle quali si annidano i prodotti di alterazione di natura serpentinoso o colloidale. La birifrazione è negativa e l'angolo degli assi ottici è risultato: $2V_y = 76^\circ-79^\circ$, dal quale si deduce un contenuto di forsterite del 40 %, circa. Si tratta quindi di un termine piuttosto ricco di ferro di composizione compresa fra il crisolite e la jalosiderite.

Il pirosseno, assai di rado in individui di dimensioni paragonabili a quelle dell'olivina, si presenta piuttosto sotto forma di minuta generazione di cristallini prismatico-allungati che contribuiscono largamente alla costituzione della massa di fondo. Il colore è grigiastro, il pleocroismo del tutto

(7) Op. cit. pag. 45.

assente. Qualcuno degli individui maggiori presenta una zonatura a carattere ricorrente. L'angolo di estinzione $c: \gamma$ è di $51-52^\circ$, mentre per l'angolo degli assi ottici si trova: $2V_\gamma = 53^\circ$. Si può pertanto dedurre che il pirosseno ha una composizione di augite sensibilmente sodica.

TABELLA 2

Basalto di Altavilla

		Composizione mineralogica osservata	
		(% in volume)	
SiO ₂	45.93		
TiO ₂	2.81		
P ₂ O ₅	0.83		
Al ₂ O ₃	14.64	Plagioclasti (labradorite)	39.5
Fe ₂ O ₃	3.30	Pirosseni	28.5
FeO	8.41	Olivina	16.0
MnO	0.19	Magnetite ed ilmenite	9.5
MgO	8.31	Apatite	1.5
CaO	8.01	Accessori secondari (serpentino,	
Na ₂ O	4.33	opale, prod. colloidali)	5.0
K ₂ O	2.20		
H ₂ O-	0.60	si 102.4, al 19.2, fm 49.2, c 19.2, alc 12.4,	
H ₂ O+	0.65	k 0.25, mg 0.56, ti 4.7, p 0.73, c/fm 0.39,	
		qz -42.2.	
	<hr/> 100.21		

< Base >		Norma molecolare	Variante	
Q	19.8	Or 13.2	Or	13.2
Kp	7.9	Ab 21.2	Ab	13.7
Ne	23.3	An 14.0	An	19.0
Cal	8.4	Ne 10.6	Ne	9.1
Cs	6.5	Wo 8.6	Wo	6.6
Fs	3.4	Fo 17.3	Hy	2.0
Fo	17.3	Fa 8.3	Ac	8.0
Fa	10.0	Mt 3.4	Fo	12.3
Ru	1.9	Ru 1.9	Fa	5.4
Cp	1.5	Cp 1.5	Ilm	3.8
	<hr/> 100.0		Mt	0.4
			Cp	1.5
			Serp	5.0

$\alpha = 0.21, \gamma = 0.17, \mu = 0.46, \alpha = -0.49$

Le lamelle plagioclasiche che costituiscono la parte predominante della massa di fondo, sono costantemente geminate secondo la tegge dell'albite con angolo massimo di estinzione rispetto alla traccia di (010) di 35° - 36° . Rari i geminati doppi albite-Carlsbad, in uno dei quali ho potuto eseguire le seguenti misure: I = 15° - 17° ; II = 34° - 35° , deducendo per questi plagioclasici una composizione del 64% An.

Ossidi di ferro ed apatite sono gli elementi accessori riconoscibili, mentre una sostanza con indice nettamente $<$ al balsamo, per lo più isotropa, talora con birifrazione anomala distribuita a chiazze irregolari, è da ritenersi opale verosimilmente riferibile a tardivi fenomeni idrotermali.

L'analisi mineralogica quantitativa fu eseguita con una certa difficoltà a causa della grana minuta della massa di fondo. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 2 accanto a quelli dell'analisi chimica. Da quest'ultimi e dal calcolo della norma risulta la notevole alcalinità della roccia nella quale tuttavia non è riconoscibile la nefelina che pur figura in quantità non trascurabile fra i costituenti normativi.

3. - *Basalto limburgitico della collina di Fara.*

Il campione nero, compatto, a frattura scheggiosa, fu raccolto al margine orientale della collina di Fara in una profonda trincea scavata nella roccia eruttiva che manifesta una pronunciata fessurazione globulare.

La struttura è tipicamente porfirica per la presenza di numerosi interclusi idiomorfi di olivina e pirosseno in una massa di fondo jalopilitica costituita da microliti plagioclasici con disposizione fluidale, da cristallini pirossenici, da una fittissima granulazione di ossidi di ferro e da una sostanza vetrosa brunastra.

Il pirosseno, che è l'elemento più diffuso nella

roccia, si presenta: *a*) in cristalli di notevoli dimensioni (oltre 2 mm di diametro) corrosi ed alterati ai bordi; *b*) in individui perfettamente idiomorfi e pressochè inalterati, ad abito prismatico tozzo, di dimensioni comprese fra 0.1 e 1 mm; *c*) in microliti prismatico-allungati frammisti ai plagioclasti nella massa di fondo.

I pirosseni riferibili al primo gruppo sono piuttosto rari e, oltre all'estinzione \parallel presentano un lievissimo pleocroismo (da giallo molto chiaro a giallo brucicco), un fittissimo sistema di tracce di sfaldatura parallele a *c*, ed una birifrangenza molto bassa anche nelle sezioni \perp alla normale ottica che manifestano colori di interferenza grigio giallastri di I ordine. L'orientazione ottica fu accuratamente controllata al T. U. dove potei inoltre determinare il segno negativo della birifrazione ed il valore dell'angolo degli assi ottici: $2V_{\alpha} = 76^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Dall'insieme di questi caratteri ottici si può concludere che si tratta di un pirosseno rombico al quale, in base ai noti diagrammi⁽⁸⁾, dal valore dell'angolo $2V$, si può attribuire un contenuto percentuale molecolare del 25-28% di FeSiO_3 . Il minerale è perciò da riferire a iperstenio.

L'alterazione, come già dissi, è pronunciata specialmente alla periferia degli elementi maggiori, ma può anche portare ad una quasi totale sostituzione del pirosseno rombico di cui rimangono solo pochi frammenti immersi in una larga plaga di prodotti secondari talcoso-serpentinosi accompagnati talora da una sostanza colloidale verdolina ad indice di rifrazione molto basso, che ritengo opale.

Molto più abbondanti sono invece i pirosseni monoclini idiomorfi e quasi del tutto esenti da alterazione, che predominano fra i fenocristalli. Il colore è giallo-bruno ed il pleocroismo assente; piuttosto frequenti le inclusioni di ossidi di ferro ed abbastanza pronunciata la zonatura. Nei

(8) WINCHELL N. H., Op. cit., pag. 177.

cristalli di maggiori dimensioni l'angolo $c : \gamma$ varia infatti da 47° al centro a 54° verso la periferia, mentre l'angolo degli assi ottici è risultato: $2V_\gamma = 57^\circ-58^\circ$ con una dispersione delle bisettrici di $3^\circ-4^\circ$. Col diminuire delle dimensioni si nota nei cristalli pirossenici una tendenza ad acquistare un abito prismatico allungato e, mentre compare talvolta la struttura a clessidra, l'angolo di estinzione $c : \gamma$ può raggiungere i 56° .

I cristalli pirossenici che largamente concorrono alla costituzione della massa di fondo hanno spesso abito decisamente aciculare ed un angolo di estinzione $c : \gamma = 55^\circ$.

Si può pertanto ritenere che tutti i pirosseni monoclini presenti nella roccia siano riferibili ad augite basaltica.

L'olivina è presente in fenocristalli idiomorfi, che raggiungono anche le dimensioni di 1.5-2 mm, quantitativamente subordinati a quelli pirossenici. La misura dell'angolo degli assi ottici fu accuratamente eseguita al T.U. su numerosi cristalli di varie dimensioni ottenendo i seguenti valori medi:

cristalli grandi	$2V \cong + 86^\circ$
» medi	$2V = + 88^\circ$
» piccoli	$2V = - 80^\circ$

Dal diagramma fornito da WINCHELL si può dedurre pertanto che il contenuto percentuale molecolare di fayalite aumenta col diminuire delle dimensioni dei cristalli di olivina da un minimo del 2-3 % ad un massimo del 36 %. Dallo stereogramma complessivo delle orientazioni ottiche di tutti i cristalli studiati si può rilevare una abbastanza spiccata tendenza di questi ad isoorientarsi in modo da presentare la direzione ottica n_m (cioè la direzione cristallografica c) nella direzione della fluidità segnata dai microliti della massa di fondo. Nessuna regola è rilevabile invece per le direzioni n_g ed n_p (cioè a e b).

TABELLA 3

Basalto limburgitico della collina di Fara.

		Composizione mineralogica osservata (% in volume)	
SiO ₂	44.72		
TiO ₂	2.56		
P ₂ O ₅	0.29		
Al ₂ O ₃	15.04	Piroseno (augite basalt. e poco ipersteno)	38
Cr ₂ O ₃	0.08	Plagioclasti (60% An)	24
Fe ₂ O ₃	2.80	Olivina	12
FeO	7.94	Accessori primari (magnetite, il- menite)	10
MnO	0.18	Prodotti secondari (serpentino, talco, opale, calcedonio, natrolite)	6.5
MgO	8.90		9.5
CaO	9.65		
Na ₂ O	2.96		
K ₂ O	1.37	Vetro	
H ₂ O-	1.20		
H ₂ O+	1.82		
	<hr/> 99.51	si 98.8, al 19.7, fm 49.2, c 22.8, alc 8.3, k 0.24, mg 0.59, ti 4.2, p 0.53, c/fm 0.46, qz — 34.4.	

« Base »		Norma molecolare	
Q	22.6	Or	8.5
Kp	5.1	Ab	21.0
Ne	16.3	An	24.8
Cal	14.8	Ne	3.7
Cs	6.9	Wo	9.2
Fs	3.1	Fo	19.0
Fo	19.0	Fa	8.3
Fa	9.8	Mt	3.1
Cp	0.6	Ru	1.8
Ru	1.8	Cp	0.6
	<hr/> 100.0		

$$\pi = 0.41; \quad \gamma = 0.17; \quad \mu = 0.46; \quad \alpha = -0.12.$$

I prodotti di alterazione dell'olivina, non molto abbondanti e costituiti in gran parte da serpentino, subordinatamente da talco e da opale, riproducono nell'interno dell'ospite la caratteristica struttura a maglie.

I plagioclasti sono presenti esclusivamente nella massa di fondo sotto forma di sottili laminette, che raggiungono al massimo la lunghezza di 0.1 mm, e manifestano una abbastanza spiccata tendenza fluidale. La geminazione secondo la legge dell'albite è costante, e l'angolo massimo di estinzione in zona \perp a (010) è risultato di 32° - 33° indicando una composizione labradoritica al 60 % An.

Fra gli accessori particolare menzione meritano gli ossidi di ferro che, sotto forma di piccoli granuli sparsi nella massa fondamentale o inclusi nei fenocristalli, concorrono in misura non trascurabile alla costituzione dello aggregato. Cristallini minutissimi di apatite sono a stento riconoscibili nell'interno dei plagioclasti. In qualche punto della roccia si osservano piccole ed eleganti geodine che racchiudono, entro uno straterello zonato di opale, una zeolite a struttura fibroso-raggiata con i caratteri ottici della natrolite, oltre a poca sostanza calcedoniosa.

I risultati dell'analisi chimica, la formula magmatica, ed i dati relativi alla composizione mineralogica osservata e calcolata sono riuniti nella tabella 3.

4. - *Augitite di Spiazo.*

Lungo il sentiero che ha inizio presso la chiesetta di Spiazo ad W di S. Germano in val Liona, ad un centinaio di metri dalla carrozzabile, si nota, fra le brecciole piroclastiche, un piccolo affioramento di roccia eruttiva probabilmente di natura filoniana, intensamente ed irregolarmente fratturata. È nera, durissima, pesante; soltanto con l'aiuto della lente sono rilevabili rari piccoli cristalli in una massa omogenea a grana finissima. Abbastanza frequenti sono invece noduli o straterelli di calcite.

In sezione sottile la roccia manifesta una struttura porfirica per la presenza di pochi cristalli idiomorfi pirossenici e numerosi vacuoli di cui alcuni tondeggianti o irregolari, altri a contorno geometrico attualmente riempiti da prodotti secondari, ma (per quanto si può dedurre dalla loro forma e dalla natura dei prodotti di alterazione) originariamente occupati da pirosseni o forse anche da olivina. La massa fondamentale è invece costituita da un finissimo aggregato fluidale di cristallini aciculari pirossenici risolubile soltanto a forte ingrandimento. I cristalli più grossi sono incolori o lievemente colorati in giallo-bruniccio; alcuni di essi presentano degli evidenti fenomeni di corrosione ai bordi e non pochi sono distintamente zonati. Come media di numerose misure eseguite al T. U. posso fornire i seguenti dati:

$$c : \gamma = 45^\circ \pm 1^\circ$$

$$2V_\gamma = 56^\circ - 58^\circ$$

dai quali si può dedurre una composizione di augite media. Verso il bordo l'angolo di estinzione può giungere fino a 52° .

I cristallini della massa di fondo presentano una tinta alquanto più intensa, un appena sensibile pleocroismo ed un abito prismatico allungato; l'angolo di estinzione è più ampio di quello dei fenocristalli e giunge per lo più a 55° - 56° indicando un notevole contenuto di ferro ed una tendenza verso le augite egriniche. Non rara la struttura a clessidra associata per lo più con una netta zonatura ai bordi. Questo tipo di pirosseno prevale nettamente sugli altri e rappresenta da solo la quasi totalità degli elementi primari.

Un terzo tipo di pirosseno è concentrato in alcuni punti della roccia nei quali esistono delle piccole cavità con le pareti tappezzate di cristallini meno spiccatamente aciculari, talvolta addirittura prismatico-tozzi, con pleocroismo da giallo chiaro a giallo-verde, ed angolo di estin-

zione $c:\gamma = 61^\circ$. Si giunge in tal modo a termini nei quali il silicato dell'egirina è contenuto in sensibile quantità e che si possono pertanto classificare come egirinaugiti.

Del tutto sporadici sono alcuni piccoli elementi allotriomorfi di plagioclasio nei quali è ben visibile la geminazione secondo la legge dell'albite. L'angolo massimo di estinzione nella zona \perp a (010) è risultato di 32° indicando una composizione labradoritico-bitownitica.

Numerose, come già dissi, sono le cavità più o meno regolari, sempre di piccole dimensioni, esistenti nella roccia e riempite da prodotti secondari. Nei vuoti risultanti dalla scomparsa di qualche fenocristallo (di cui rimane un documento solo nella forma) si annida di solito un prodotto cloritico-serpentinoso giallo verdognolo sensibilmente pleocroico le cui lamelle presentano un allungamento positivo, una birifrazione negativa, ed un angolo degli assi ottici variabile da valori piccolissimi fino ad un massimo misurato di $2E = -60^\circ$. Ritengo pertanto trattarsi di termini antigoritici o di quelle varietà di pennina negative che vanno sotto il nome di delessiti. Non di rado questi minerali del gruppo del serpentino sono accompagnati da opale o da calcedonio oltre che da un carbonato che per l'elevatissima rifrazione e birifrazione e per l'assenza di geminazione si può ritenere magnesite. Questi ultimi minerali possono essere considerati come prodotti di trasformazione del serpentino originatisi in seguito a tardive azioni idrotermali.

La grana finissima della roccia non mi ha consentito di eseguirne l'analisi mineralogica. Quanto alla composizione normativa calcolata in base ai risultati dell'analisi chimica (v. tabella 4), bisogna rilevare come essa scarsamente rispecchi la reale composizione dell'augitite perchè, accanto ad una notevole quantità di componenti col massimo contenuto di silice (feldispati), scarsissimamente rappresentati

TABELLA 4

Augitite di Spiazo

SiO ₂	39.02
TiO ₂	2.26
P ₂ O ₅	0.76
Al ₂ O ₃	13.08
Fe ₂ O ₃	4.18
FeO	6.69
MnO	0.175
MgO	8.61
CaO	15.35
Na ₂ O	2.50
K ₂ O	0.83
H ₂ O ⁻	1.96
H ₂ O ⁺	2.28
CO ₂	2.13
<hr/>	
	99.82

Valori NIGGLI

si 80.0, al 15.8, fm 44.5, c 33.6, ale 6.1,
k 0.17, mg 0.59, ti 3.6, p 0.67, c/fm 0.76,
qz -44.4, co₂ 5.9.

$\pi = 0.45$; $\gamma = 0.33$; $\mu = 0.40$; $\alpha = -0.27$.

< Base >		Norma molecolare	
Q	16.8	Or	5.0
Kp	3.0	Ab	5.8
Ne	14.5	An	23.7
Cal	14.2	Ne	11.0
Cs	15.9	Wo	21.2
Fs	4.7	Fo	19.0
Fo	19.0	Fa	6.3
Fa	8.6	Mt	4.7
Cp	1.6	Cp	1.6
Ru	1.7	Ru	1.7
<hr/>			
	100.0		

nella roccia, ne esistono pressochè altrettanti a contenuto di silice minimo (olivina, nefelina), i quali non sono mineralogicamente espressi nella roccia stessa. Sarebbe naturalmente possibile calcolare una « variante augitica », ma data

la diversità di composizione dei pirosseni emersa dalle osservazioni ottiche e l'impossibilità di precisare i rapporti quantitativi dei vari tipi, un simile calcolo riuscirebbe poco espressivo e comunque arbitrario.

Chimismo e considerazioni conclusive

Dalle descrizioni petrografiche, dalle analisi chimiche e mineralogiche, e dalle norme molecolari relative ai tipi prescelti come rappresentanti delle rocce eruttive dei Monti Berici e riportate nelle pagine precedenti, risulta trattarsi di facies decisamente femiche le cui esatte classificazioni magmatiche emergono da un semplice confronto con i « tipi magmatici » stabiliti da NIGGLI⁽⁹⁾.

Si può così rilevare che la dolerite di Brendola riflette bene la composizione dei magmi gabbrodioritici normali avvicinandosi un po' anche a quella dei magmi gabbrodioritici essexitici :

	si	al	fm	c	alc	k	mg	qz
t. gabbrodioritico	130	23	44	22.5	10.5	0.20	0.50	— 12
<i>dolerite di Brendola</i>	122.2	21.9	44.8	24.8	8.5	0.14	0.54	— 12
t. gabbrodior. essex.	105	23	43	24	10	0.25	0.45	— 35

Bisogna notare però che il valore *si* della dolerite di Brendola è sensibilmente più elevato di quello del tipo gabbrodioritico essexitico e la pone anzi al di fuori dei limiti ammessi per i magmi che ad esso si riferiscono (*si* = 115 — 80). D'altra parte anche il coefficiente *qz* segna una assai più stretta affinità con i magmi gabbrodioritici normali.

⁽⁹⁾ NIGGLI P., *Die Magmentypen*. « Schweiz. Min. Petr. Mitt. » Bd. XVI, 1936.

Nel basalto di Altavilla invece si nota un pronunciato carattere alcalino per cui esso trova un buon inquadramento solo fra i magmi della serie sodica, soprattutto fra quelli gabbriici, mentre in quello della collina di Fara l'alcalinità cade sensibilmente per cui si nota una certa tendenza verso i gabbri della serie alcali-calcica, come risulta dal seguente prospetto:

	si	al	fm	c	alc	k	mg	qz
t. gabbroide norm.	108	21	51	22	6	0.20	0.50	— 16
<i>basalto limburgit. collina di Fara</i>	98.8	19.7	49.2	22.8	8.3	0.24	0.59	— 34
t. gabbroide essex.	95	20	49	21.5	9.5	0.25	0.50	— 43
<i>basalto Altavilla</i>	102.4	19.2	49.2	19.2	12.4	0.25	0.56	— 42
t. melateralitico	85	17.5	47	21	14.5	0.20	0.55	— 53

Date queste affinità la roccia di Altavilla va definita senz'altro come *basalto alcalino* mentre a quella di Fara, tenuto conto anche della composizione mineralogica, spetta la definizione di *basalto limburgitico*.

La facies ultrafemica di Spiazo, che in base al contenuto mineralogico ho classificato come *augitite*, manifesta una notevole affinità con i magmi pirossenitici della serie alcali-calcica. Fra questi si avvicina soprattutto a quello ariegitico, dal quale però si differenzia per il contenuto di alcali che richiama i caratteri dei magmi teralitici.

	si	al	fm	c	alc	k	mg	qz
tipo ariegitico	80	19	49	31	1	—	0.8	— 24
<i>augitite di Spiazo</i>	80	15.8	44.5	33.6	6.1	0.17	0.59	— 44
t. c-gabbroteralitico	100	15	40	35	10	0.25	0.50	— 40

Precisata in tal modo in base ai caratteri chimici la posizione sistematica delle rocce dei Monti Berici, è ora possibile (per quanto non sia ancora ultimato lo studio del distretto eruttivo comprendente i Lessini e gli Euganei nel quale si inquadrano) cogliere qualche motivo generale che già fin d'ora si manifesta con relativa chiarezza e che potrà trovare più larga conferma nelle successive indagini.

Va rilevata innanzi tutto la stretta affinità esistente fra la dolerite di Brendola e le doleriti della regione di Teolo negli Euganei ⁽¹⁰⁾, che sono sicuramente riferibili alle prime fasi dell'attività eruttiva, svoltasi in questa regione contemporaneamente alle più vaste manifestazioni vulcaniche berico-lessinee. Come nella dolerite di Brendola anche in quelle euganee ho potuto accertare la presenza, accanto alle augiti diopsidiche ed enstatitiche, di un pirosseno relativamente raro, la *pigeonite* ⁽¹¹⁾. Una analogia notevolissima si riscontra nella composizione chimica come si può rilevare dal confronto delle formule magmatiche:

Doleriti di	si	al	fm	c	alc	k	mg
M. Oliveto (Euganei)	126	22.0	41.4	25.9	10.7	0.17	0.49
Brendola (Berici)	122.2	21.9	44.8	24.8	8.5	0.14	0.54
C. Valeriani (Euganei)	117	20.5	47.7	23.1	8.7	0.17	0.52

⁽¹⁰⁾ SCHIAVINATO G., Op. cit., pag 15 e pag. 27-49.

⁽¹¹⁾ La presenza della pigeonite nei basalti euganei non è stata segnalata da alcuno degli Autori che già si sono occupati della petrografia di questa regione, ed era sfuggita durante le osservazioni petrografiche da me eseguite allo scopo di scegliere il materiale per le analisi chimiche. Il suo rinvenimento in notevole quantità nella dolerite dei Berici, mi consigliò di rivedere le analoghe rocce euganee e mi permise di accertare che anche in queste, per quanto in minor copia, essa è presente con gli stessi caratteri ed in analoghe associazioni mineralogiche.

Coevità e strettissima somiglianza di giacitura, di struttura e di composizione chimico-mineralogica sono elementi più che sufficienti perchè le doleriti di cui si tratta, che affiorano in luoghi distanti non meno di 20 Km, possano venir considerate come membri di un' unica provincia petrografica.

Per quanto riguarda i basalti di Altavilla e della collina di Fara bisogna notare il carattere abbastanza spiccatamente alcalino emerso dall'analisi chimica e non facilmente prevedibile in base alla semplice osservazione microscopica. Oltre che per questo carattere essi si distinguono dalla dolerite di Brendola anche per essere sensibilmente più femici. Quantunque facies di analoga composizione mineralogica siano state descritte da M. STARK⁽¹²⁾ e da me stesso osservate negli Euganei, essi non trovano riscontro in nessuna roccia di questa regione finora analizzata. Una perfetta analogia si può rilevare invece con i basalti della valle dell' Alpone, nei Monti Lessini, studiati da C. ANDREATTA⁽¹³⁾, i quali tuttavia rappresentano dei termini ancora lievemente più femici:

Basalti di	si	al	fm	c	alc	k	mg
Altavilla (Berici)	102.4	19.2	49.2	19.2	12.4	0.25	0.56
Colle di Fara (Berici)	98.8	19.7	49.2	22.8	8.3	0.24	0.59
S. Giov. Ilarione (Lessini)	93	16	51.5	23	9.5	0.24	0.51
Montecchia (Lessini)	90	17	52	25	6	0.21	0.60

L'augitite di Spiazio corrisponde bene alle numerose facies analoghe esistenti negli Euganei ed in particolare a

⁽¹²⁾ STARK M., *Geologisch-petrographische Aufnahme der Euganeen*. « Min. Petr. Mitt. » Bd. XXVIII, 1908. — *Basische Gesteine der Euganeen*. « Ibid » Bd. XXIV, 1942.

⁽¹³⁾ ANDREATTA C., *I basalti dell' Alpone ed i loro inclusi peridotici*. « Boll. Soc. Geol. Ital. » vol. LVII, 1938.

quella da me analizzata proveniente dal livello 355 della perforazione di Bagnarolo (14).

Le considerazioni finora svolte trovano una sintetica rappresentazione nei diagrammi delle fig. 1 e 2. Nel primo è espressa la variazione del valore *alc* in funzione di *si* e sono tracciate le delimitazioni dei campi nei quali secondo NIGGLI (15) cadono i basalti normali, i basalti alcalini, ed i termini di transizione che questo Autore chiama subbasalti. Nella fig. 2 la suddivisione in basalti normali ed alcalini è fatta, sempre secondo NIGGLI (16), in base ai tre raggruppamenti fondamentali delle « basi » Q, L ed M.

Sia la dolerite dei Berici come le doleriti ed i basalti doleritici degli Euganei attestano con la loro struttura e con le loro condizioni di giacitura tipicamente laccolitiche o semiintrusive che il processo di solidificazione dal quale ebbero origine non fu eccessivamente rapido, il che poteva indubbiamente permettere un inizio di differenziazione gravitativa ed una sia pur debole assimilazione di materiale sedimentario incassante. Ammettere che fenomeni di questo tipo si siano effettivamente verificati, significa dar ragione della minor basicità e del più deciso carattere alcali-calcico delle doleriti rispetto ai basalti a facies spiccatamente effusiva.

Processi di differenziazione gravitativa in seno a masse doleritiche furono effettivamente osservati e sono chiaramente documentati per esempio dagli studi di BARTH, DALY, SCHOLTZ ecc. (17) sulla formazione doleritica del Karroo

(14) SCHIAVINATO G., Op. cit., pag. 21.

(15) BURRI C. - NIGGLI P., *Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens*. I, Zürich, 1945, pag. 181.

(16) NIGGLI P., *Die komplexe gravitative Kristallisationsdifferenziation*: « Schweiz. Min. Petr. Mitt. » Bd. XVIII, 1938, pag. 662.

(17) SCHOLTZ D. L., *The magmatic nickeliferous ore deposits of East Griqualand and Pondoland*. « Pubbl. Univ. Pretoria » serie II, Sc. Nat., 1936. Vedi anche: BURRI C. - NIGGLI P., Op. cit., pag. 264-269 e 358-370.

(Africa del Sud), che nella sua facies fondamentale manifesta una stretta affinità con le doleriti berico-euganee sia per quanto riguarda la composizione chimica, sia per la presenza, fra i componenti mineralogici, di pirosseni diopsidico-enstatitici e pigeonitici.

Quanto ai fenomeni di assimilazione si può dire che essi certamente sono ammissibili per la dolerite di Brendola

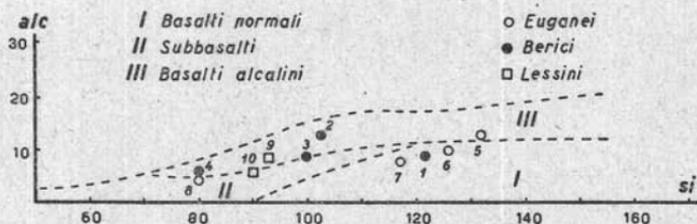


Fig. 1 — Diagramma *alc-si* con la suddivisione dei campi caratteristici per i basalti normali, i subbasalti ed i basalti alcalini, secondo ROSENBUSCH-NIGGLI. Sono riportati anche i punti rappresentativi delle seguenti rocce basiche euganeo-berico-lessinee: 1 dolerite di Brendola. - 2 basalto di Altavilla. - 3 basalto della collina di Fara. - 4 augitite di Spiazo. - 5 basalto doleritico del M. Lovertino. - 6 dolerite di M. Oliveto. - 7 basalto doleritico di Case Valeriani. - 8 augitite di Bagnarolo. - 9 basalto di S. Giovanni Ilarione. - 10 basalto di Montecchia. - Si noti l'allineamento dei basalti doleritici (N. 1, 5, 6, 7) che presentano valori *si* abbastanza alti e manifestano un carattere prevalentemente alcali-calcico. Gli altri basalti nettamente più basici (*si* < 105), e le augitite, cadono nel campo dei magmi debolmente o decisamente alcalini.

nella quale una fortunata sezione naturale prodotta dalla incisione del torrente delle Spesse, mette in luce l'azione metamorfica esercitata dalla roccia eruttiva sulle formazioni sedimentarie in misura del tutto eccezionale rispetto agli altri basalti della regione, mentre lembi di marne a Briozoi, palesamente inglobati e metamorfosati, sono visibili nella zona più alta della massa eruttiva ⁽¹⁸⁾.

(18) Vedi anche: FABIANI R., Op. cit., pag. 39-43.

Considerando in tal modo la dolerite di Brendola ed i basalti doleritici degli Euganei già come un prodotto di differenziazione, i basalti olivini più o meno spiccatamente atlantici di Altavilla e della collina di Fara, come pure alcuni basalti dei Lessini citati poc'anzi, potrebbero rispec-

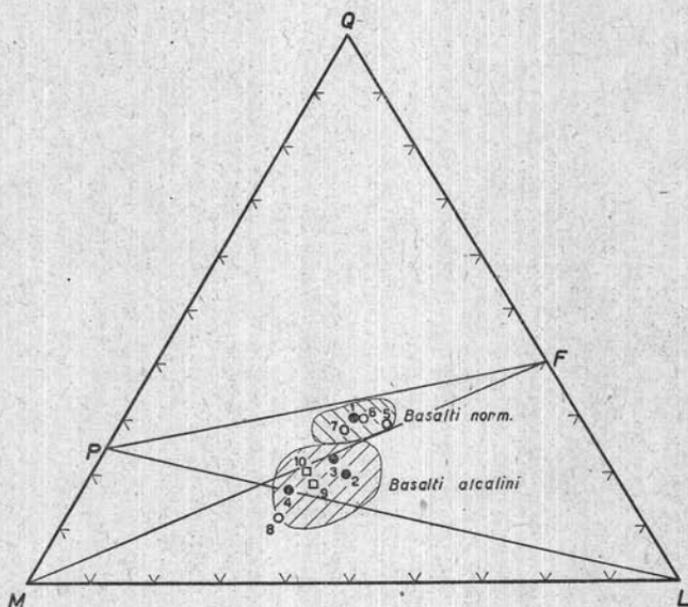


Fig. 2 — Diagramma Q-L-M con la delimitazione dei campi tipici per i basalti normali ed alcalini secondo NIGGLI. Significato dei numeri e dei segni che contraddistinguono i punti rappresentativi di alcune rocce basiche euganeo-berico-lessinee, come nella fig. 1. Anche in questo diagramma è ben chiara la localizzazione delle doleriti e dei basalti doleritici nel campo dei magmi basici alcali-calcici, e quella degli altri basalti nel campo dei magmi alcalini.

chiare la composizione del magma iniziale dal quale poi si sarebbe originata tutta la varietà di tipi petrografici osservata soprattutto nel settore euganeo. Ciò risulterebbe in accordo con le più recenti vedute degli studiosi di petrogenesi.

Padova, Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, 1946.