

GIOVANNA PEYRONEL PAGLIANI

LA MONZONITE DEL BIELLESE: STUDIO PETROGRAFICO
DELLE FACIES PERIFERICHE NELLA PARTE OCCIDENTALE
DEL MASSICCIO DELLA VALLE DEL CERVO (BIELLA) (*)

La presente nota si inserisce in un ciclo di ricerche effettuate presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano sul plutone granitico-sienitico-monzonitico in cui è incisa la Valle del Cervo.

M. Fiorentini, in uno studio preliminare sulla distribuzione delle varie facies petrografiche costituenti detto plutone, aveva segnalato la presenza di un esteso affioramento di rocce monzonitiche racchiudenti in un involucro pressochè continuo la sienite tipo « Balma » (1). Trattasi di un complesso di rocce occupanti il 50% circa dell'area totale del plutone (vedi schizzo geologico al 50.000 pubblicato nel lavoro sopra citato) e che si differenzia dalle formazioni granitiche e sienitiche per la notevole variabilità, da punto a punto, di colore, tessitura e grana. E' in corso uno studio sistematico sui vari tipi litologici di tutta la formazione monzonitica. Qui verranno descritte le facies della periferia del massiccio nella sua parte occidentale, attualmente rilevate nella loro totalità, facies periferiche che non erano ancora state descritte nei lavori precedenti.

Cenni generali sulla formazione monzonitica.

Come si è già accennato, le variazioni di facies che nella parte centrale del plutone sono in generale abbastanza nette e definite, vanno perdendo questo loro carattere nella corona più esterna, costituita in gran parte da rocce a chimismo nettamente monzonitico. Variano in questa zona con facilità e talvolta con passaggi quasi insensibili colore,

(*) Lavoro eseguito sotto gli auspici e con il contributo finanziario del Consiglio Nazionale delle Ricerche, presso l'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano.

grana, struttura, per cui assai arduo risulta ogni tentativo di distinguere cartograficamente le varie facies che talvolta sfumano una nell'altra. Le tessiture orientate, visibili sporadicamente nella zona sienitica, prendono qui sempre maggiore sviluppo; il color violaceo del feldispato potassico, caratteristico della sienite in tutte le sue differenziazioni, scompare progressivamente, tanto che le monzoniti a grana più minuta, prevalenti nella fascia più esterna, sono di color grigio, con il feldispato incolore.

Basando le osservazioni di campagna e di laboratorio su dati macroscopici oggettivi e soprattutto sulla presenza o meno di grandi individui di biotite, di tessiture orientate e sulla diversità di grana e di colore della roccia, si possono distinguere, almeno per la parte occidentale del massiccio, due zone concentriche più o meno continue e alcune lenti marginali minori.

1) Una prima fascia non continua affiora subito dopo le monzoniti sienitiche che compaiono a diretto contatto con la sienite o, là dove essa manca, con il granito (2). Questa fascia più interna comprende in effetti due facies differenti: precisamente una facies costituita da rocce quarzomonzonitiche-sienitiche a grana poco più minuta di quella della sienite di color grigio rosato in massa, ricche di biotite in lamelle riconoscibili ad occhio nudo, ma non di dimensioni eccezionali; una facies formata da una monzonite biotitica di grana media e colore come la precedente ma caratterizzata dalla presenza di biotite in lamine di dimensioni eccezionali e di pirosseno accanto all'anfibolo (Fiorentini, loc. cit.). Questa roccia non è particolarmente abbondante e presenta sovente evidenti fenomeni di cataclasi e alterazione abbastanza avanzata.

2) Una fascia più esterna comprende rocce monzonitiche a grana da media a fine, con caratteristico sviluppo di tessiture orientate, dovute all'allineamento più o meno regolare degli individui allungati di feldispato; questa orientazione, come è già stato osservato per le sieniti, è variabile da punto a punto.

Monzoniti decisamente grigie a grana da media a minuta prevalgono lungo il bordo occidentale del massiccio mentre verso il suo limite sud-occidentale appaiono ad esse intercalate e talvolta prevalenti monzoniti a grana media, con feldispato di color rosato e pirosseno assai diffuso.

3) Degne di nota infine sono due ristrette plaghe, costituite essenzialmente da una facies di color grigio scuro, a grana minutissima, affioranti l'una in Val Pragnetta presso S. Giovanni, a occidente di Rosazza, a quota 1300 circa, l'altra lungo un breve tratto dello spartiacque tra la Valle del Cervo e la Valle di Oropa, a NW della galleria che le congiunge, a quota 1600 circa, e che sono risultate riccamente tormalinizzate.

4) Infine, vicino a quest'ultimo, sul versante di Oropa, è stato rinvenuto un limitato affioramento di una roccia di color grigio rosato, a struttura trachitica manifesta, quasi priva di elementi femici, che è stata considerata un differenziato alcalino di tipo sienitico.

Nella corona monzonitica più esterna sono inoltre da segnalare abbondanti inclusi enallogeni rappresentati da masserelle di colore più oscuro della monzonite includente, distintamente scistosi, le cui dimensioni sono varie, ma che hanno in media un diametro di pochi cm. Alcuni di questi inclusi sono risultati costituiti da andesina, quarzo e biotite di neo-formazione.

Al margine sud del plutone, lungo il corso del torrente Cervo, sono stati ritrovati entro la monzonite inclusi con ogni probabilità autigeni; trattasi di differenziati basici, disposti in allineamenti sub-paralleli, di color nero, di diametro talvolta anche di 20-30 cm.

Filoni aplitici e pegmatitici entro la massa monzonitica non sono rari; di essi si tratterà più diffusamente in un'altra serie di ricerche.

Per quanto riguarda i fenomeni di diaclasi, la massa periferica monzonitica è interessata, come del resto tutta la formazione sienitico-monzonitica, da tre diversi ordini di fissilità, due dei quali sub-verticali e praticamente ortogonali fra loro e un terzo sub-orizzontale, che danno origine a diaclasi e che con ogni probabilità sono collegati al raffreddamento del plutone. Veri e propri fenomeni dinamici, anche se non molto estesi, hanno però lasciato le loro tracce sulle monzoniti periferiche; infatti faglie radiali interessanti la periferia del plutone si trovano soprattutto sul versante destro della Val Pragnetta e nei pressi di Bogna (Valle del Cervo). Sono in genere faglie di piccola entità ma riconoscibili perfettamente perchè accompagnate da fenomeni di milonisi.

Descrizione petrografica delle monzoniti della corona periferica.

a) *Monzoniti grigie a grana da media a minuta.*

I campioni esaminati provengono dalla Val Pragnetta, dai dintorni di Oropa e da Pian del Lotto, all'estremità sud-occidentale della formazione.

Macroscopicamente questa facies si presenta di un color grigio piuttosto scuro ed in essa spiccano numerose lamine di biotite e cristalli allungati di feldispato talvolta distintamente orientati. La grana varia da media a minuta.

Al microscopio in sezione sottile si osserva una struttura trachitica manifesta data da elementi tabulari allungati orientati e disposti fluidalmente sia di feldispato potassico sia di plagioclasio, alternantisi con grandi plaghe allotriomorfe di feldispato, sovente torbido per incipiente alterazione.

I femici sono in notevole quantità ed in grandi individui. Non sempre ma abbastanza frequentemente si notano strutture cataclastiche non molto accentuate; le fratture sono spesso risanate da epidoto e clorite.

Componenti essenziali della roccia sono: plagioclasio, ortose, biotite, augite e orneblenda in quantità estremamente variabili da campione a campione; componenti accessori quarzo, titanite, apatite, pirite e ossidi di ferro, zirconio ed epidoto.

Il *plagioclasio* si presenta in individui tabulari, allungati, talvolta leggermente torbidi, con zonatura appena accennata o completamente assente. Gli individui di maggiori dimensioni sono talvolta disposti fluidalmente e sempre geminati secondo albite, albite-Carlsbad, albite-periclino.

Il plagioclasio ha una composizione assai costante in questa facies come in generale in tutto il plutone, eccettuato il nucleo granitico; si tratta di un'andesina con An variante dal 35 al 38%, come risulta dai seguenti dati relativi all'angolo massimo di estinzione in zona simmetrica misurato al T. U.:

geminato albite	14°;		35% An
geminato albite-Carlsbad	I 10°;	II 16°	35% An
geminato albite-Carlsbad	I 12°;	II 20°	38% An
$2V\gamma = 86^\circ-88^\circ$			

Il *feldispato potassico* appare sia in idiolasti tabulari di dimensioni talvolta assai notevoli sia in plaghe corrodenti tutti gli altri minerali. Frequentemente torbido, appare geminato secondo Carlsbad negli idiomorfi di maggiori dimensioni. E' sempre pertitico, con lacinie albitiche distribuite generalmente in modo irregolare o formanti chiazze e vene fra loro intersecantisi; frequenti le strutture mirmechitiche negli anelli albitici contornanti talvolta gli individui feldispatici. Notevoli e caratteristici in alcuni campioni, raccolti in zone adiacenti alle lenti di monzoniti tormalinifere, concrescimenti fra feldispato e quarzo formanti strutture micrografiche. Assai raro il microclino con strutture a graticcio molto offuscate. Negli idiomorfi di maggiori dimensioni ben visibili le varie zone di accrescimento, rese più evidenti dalla disposizione concentrica di minute inclusioni riferibili per lo più ad anfibolo, quarzo e biotite. Al T. U. $2V_a$ è risultato variare da 62° a 68° ; tratterebbesi quindi, come per le sieniti, di un ortose con contenuto sodico-calcico di circa il 30%.

La *biotite* è talvolta il più diffuso dei femici e sempre il più nettamente idiomorfo; si presenta in grandi lamine, talvolta sfrangiate e corrose dai feldispati, fortemente pleocroiche dal giallo pallido al bruno. Frequenti gli inclusi di zircone con estesi aloni polieroici. Lamine di biotite appaiono sovente concresciute con il pirosseno o incluse nell'anfibolo.

I *pirosseni* e gli *anfiboli* sono contenuti nelle monzoniti grigie periferiche in quantità estremamente variabili. In alcuni campioni il pirosseno predomina nettamente sull'anfibolo, in altri è quasi completamente uralitizzato e ridotto in relitti minuti nell'anfibolo; talvolta i due femici sono in quantità pressochè eguali e sovente concresciuti dando caratteristiche strutture a scacchiera.

Il pirosseno, quando in quantità notevoli, appare in individui idiomorfi, talvolta in concrescimenti con la biotite e l'anfibolo; ha color verde pallido con pleocroismo appena accennato: α = giallo verdiccio; β = verde giallastro; γ = verde pallido. Non rari gli individui geminati; sovente le lamine sono uralitizzate alla periferia. L'angolo d'estinzione $c : \gamma = 42^\circ$; $2V\gamma = 64^\circ$. Si tratta di un *augite diopsidica*.

L'anfibolo, abbastanza diffuso, è presente sotto forma di un' *orneblenda verde* in prismi sfrangiate, con idiomorfismo assai meno accentuato della biotite e del pirosseno, con $c : \gamma = 23^\circ$, discreto pleocroismo dal giallo verdognolo al verde intenso e $2V_a = 84^\circ$, a cui talvolta si

associa in concrescimenti irregolari un'orneblenda azzurra con $c:\gamma = 16^\circ$, pleocroismo $\alpha =$ verde pallido; $\beta =$ verde azzurro; $\gamma =$ verde intenso.

Quarzo assai raro ma in grossi granuli; sovente incluso a goccia alla periferia dei grossi idiomorfi di ortose o formante con questo concrescimenti grafici.

Accessori uniformemente diffusi e sempre presenti sono *apatite*, *titanite* in grossi individui, *opachi* fra cui prevale la *pirite* sulla *magnetite*, piccole lamine di *ematite*, *zircono* e raro *epidoto* ferriero secondario in vene.

Le deformazioni post-cristalline a cui è stata sottoposta la roccia appaiono evidenti soprattutto nei grandi idiolasti di feldispato talvolta intensamente fratturati, con i singoli frammenti spostati e ricementati da un minuto impasto di quarzo e biotite di neo-formazione.

Su un campione di monzonite biotitica grigia, con anfibolo prevalente sul pirosseno, è stata eseguita l'analisi chimica; i risultati ottenuti sono riportati nella Tab. 1.

Come appare dai dati analitici, si tratta di una monzonite a chimismo *si-monzonitico*; appena accennata è la differenziazione dal punto di vista chimico fra queste monzoniti periferiche grigie, con poco pirosseno e le monzoniti a diretto contatto con le facies sienitica o granitica a magmatismo leucomonzonitico (1-2).

Chimismo identico e composizione mineralogica analoga si ritrovano anche nella monzonite grigia cavata presso Oropa anche attualmente sotto il nome di sienite; di essa esiste un'analisi dell'Amatucci (3) che la classificò come diorite. I valori parametrici del Niggli calcolati in base a questa analisi sono risultati:

si 192; *al* 30; *fm* 30; *c* 20; *alc* 20; *k* 0,45; *mg* 0,45; *qz* 10,4. Si tratta quindi di una roccia a chimismo monzonitico (tipo *si-monzonitico*), come le precedenti.

La composizione mineralogica quantitativa determinata su sezioni di campioni provenienti dalla cava ed aventi caratteristiche identiche a quelle descritte dall'Amatucci è risultata:

Plagioclasio	32,9
Ortose	36,0
Anfibolo con poco pirosseno	12,2
Biotite	5,1
Quarzo	10,8
Accessori	3

TABELLA 1

Monzonite grigia (V. Pragnetta)

			% modale in volume		% modale in peso
SiO ₂	57,31	plagioclasio	33,5		32,5
TiO ₂	1,14	plagioclasio	4,8	} pertite	4,7
Al ₂ O ₃	16,15	ortose	26,5		25,5
Fe ₂ O ₃	2,29	anfibolo	} 13,0		14,9
FeO	3,24	pirosseno			
MnO	0,04	quarzo	12,7		11,4
MgO	3,22	biotite	5,4		5,8
CaO	5,60	pirite	} 2,3		2,4
Na ₂ O	3,65	ossidi			
K ₂ O	5,47	titanite	1,1		1,3
P ₂ O ₅	0,73	apatite	0,6		0,7
H ₂ O —	0,29	zircone	} 0,1		0,8
H ₂ O +	0,76	epidoto			
	99,89				

Analista: G. PEYRONEL-PAGLIANI

si 189; al 31,3; fm 27,3; c 19,8; alc 21,6; p 1,0; ti 2,8; k 0,46; mg 0,57;
c/fm 0,73; qz 1,7.

Magma: monzonitico (tipo si-monzonitico).

Base			Norma			Variante		
Kp	17,2	Q = 37,0	Or	28,6	Or	25,1	} pertite	
Ne	19,7	L = 46,1	Ab	32,8	Ab	4,7		
Cal	8,5	M = 16,9	An	14,1	Ab	28,1	} Ab ₇₅ An ₂₅	
Cs	3,7		Wo	4,9	An	9,1		
Fs	2,5	$\pi = 0,18$	En	9,0	Bi	5,5		
Fo	6,7	$\gamma = 0,22$	Hy	3,4	Ho	16,8		
Fa	3,7	$\mu = 0,40$	Q	3,2	Q	5,7		
Q	36,5	$\alpha = + 1,13$	Rp	0,8	Tit	1,4		
Ru	0,8		Cp	0,7	Ru	0,3		
Cp	0,7		Mt	2,5	Cp	0,7		
					Mt	2,5		

b) *Monzoniti tormalinifere grigie, a grana molto minuta.*

Queste rocce costituiscono le due ristrette zone marginali di cui si è detto nei cenni generali; il loro colore è assai scuro, la grana minutissima, la struttura granulare con tessitura fluidale poco accentuata.

La composizione mineralogica al microscopio in sezione sottile è risultata: componenti essenziali plagioclasio, ortoclasio, biotite, augite; componenti accessori orneblenda, tormalina, zircone, pirite e ossidi di ferro, titanite.

Il *plagioclasio* e l'*ortose* hanno in queste rocce le stesse caratteristiche di quelli delle monzoniti biotitico-anfiboliche precedentemente descritte. Il plagioclasio è un'*andesina* con contenuto anortitico variabile da 35 a 38%, come è risultato dalle seguenti misure al T.U.:

geminato albite-Carlsbad	I 10°; II 16° = 35% An
geminato albite-Carlsbad	I 12°; II 20° = 38% An
$2V_{\gamma}$	= 88°-90°

L'*ortose* ha $2V_{\alpha}$ variabile da 62° a 68°; è scarsamente pertitico con lacinie albitiche rare e disposte irregolarmente. Sono assai diffuse le strutture di accrescimento; talvolta il feldispato potassico forma larghe plaghe pecilitiche, ricche di inclusioni di anfibolo, tormalina, quarzo gocciforme. Sovente il plagioclasio forma il nucleo di elementi feldispatici a struttura in parte grafica (Tav. 1, fig. 1); soprattutto diffuse le strutture grafiche in plaghe di individui feldispatici ad orientazione diversa (Tav. 1, fig. 2).

La *biotite* è assai diffusa in lamine idiomorfe, talvolta cribrose e ricche di inclusioni di tormalina e di zircone. Intensamente pleocroica dal giallo al bruno rossiccio, raramente cloritizzata, talvolta sfrangiata e corrosa dal feldispato.

Il *pirosseno* è in queste rocce in netta prevalenza sull'anfibolo; è diffuso quasi quanto la biotite che talvolta include o contorna. Abbastanza diffusi i concrescimenti a scacchiera con l'anfibolo; frequenti gli inclusi di tormalina. Ha color verde pallido, talvolta è pressochè incolore, apleocroico o con debole pleocroismo dall'incolore al verde pallido. Si tratta anche in questo caso di un'*augite diopsidica* con $c : \gamma = 48^{\circ}$ e $2V_{\gamma} = 56^{\circ}$.

L'*anfibolo* è raramente idiomorfo; in genere concresciuto con il pirosseno o in lamine sfrangiate e fortemente corrosive; ha color verde

intenso con pleocroismo α = incolore; β = verde azzurro; γ = verde erba; $c : \gamma = 17^\circ$, $2V_\alpha = 84^\circ$. Si tratta di orneblenda comune.

La *tormalina* è assai diffusa in minuti individui in tutta la massa ed inclusa in quasi tutti i minerali della roccia; soprattutto nella biotite e nell'augite (Tav. 1, fig. 3). Nettamente idiomorfa, ha discreto pleocroismo dal giallo bruno pallido al verde azzurro carico; è sovente zonata.

Il *quarzo* è assai raro; soprattutto in forme granulari che corrodono tutti gli altri minerali o in concrescimento con il feldispato.

Abbastanza diffuso lo *zirconio* incluso nella biotite o in granuli isolati; rare l'*apatite* e la *titanite*.

Su un campione raccolto nell'affioramento di Val Pragnetta, a poca distanza dalla monzonite biotitica anfibolica di cui alla Tabella 1, è stata eseguita l'analisi chimica che ha dato i risultati raccolti nella Tabella 2.

Dall'esame dei dati analitici si può osservare che pur offrendo un chimismo di tipo si-monzonitico, la monzonite tormalinifera si differenzia dalle rocce incassanti per una maggiore basicità; si ha quindi, per quanto riguarda la composizione modale, una maggiore diffusione di femici fra cui il pirosseno, talvolta scarso nelle monzoniti adiacenti; inoltre gli elementi volatili estremamente attivi durante la cristallizzazione hanno portato alla formazione, oltre che della tormalina, di strutture grafiche, caratteristiche generalmente delle rocce pegmatitiche.

c) *Differenziato alcalino*:

A poche centinaia di metri dalle monzoniti biotitiche pirosseniche tormalinifere, sullo spartiacque Valle del Cervo-Valle d'Oropa, versante di Oropa, a quota 1500 circa, inclusa nelle monzoniti biotitiche, affiora per non grande estensione una roccia che si differenzia da quelle precedentemente descritte. Si tratta di una roccia di color grigio rosato, a struttura trachitica accentuata, che già macroscopicamente appare formata quasi esclusivamente da grandi cristalli tabulari di feldispato bruno rosati immersi in un feltro di individui feldispatici allungati, per lo più distintamente orientati. Scarsissimi i femici rappresentati da masserelle verdognole riferibili a pirosseno.

TABELLA 2

Monzonite tormalinifera (V. Pragnetta)

			% modale in volume	% modale in peso
SiO ₂	56,53	plagioclasio	35,1	33,3
TiO ₂	0,78	ortose	28,9	25,9
Al ₂ O ₃	16,28	biotite	16,9	18,2
Fe ₂ O ₃	1,42	pirosseno	10,0	12,0
FeO	4,60	anfibolo	4,6	5,4
MnO	0,11	tormalina	1,9	2,1
MgO	3,83	quarzo	1,9	1,9
CaO	5,08	zircone	0,6	1,0
Na ₂ O	3,10	apatite	0,1	0,2
K ₂ O	6,80			
P ₂ O ₅	0,09			
B ₂ O ₃	0,19			
H ₂ O —	0,19			
H ₂ O +	1,30			
	100,30			

Analista: G. PEYRONEL-PAGLIANI

si 172; al 29,3; fm 31,8; c 16,6; alc 22,3; p 0,5; ti 1,8; k 0,58; mg 0,53;
c/fm 0,28; qz — 17,2

Magma: monzonitico (tipo si-monzonitico).

Basse				Norma		Variante		
Kp	24,2			Or	40,2	Or	30,5	
Ne	16,8	Q =	32,9	Ab	28,0	Ab	28,0	} Ab ₇₅ An ₂₅
Cal	6,4	L =	47,7	An	10,6	An	8,7	
Cs	4,4	M =	19,4	Wo	5,8	Bi	15,6	
Fs	1,4			En	10,5	Di	10,4	
Fa	5,5	π =	0,13	Hy	6,4	Ho	5,4	
Fo	7,9	γ =	0,22	Q	— 3,6	Q	0,7	
Q	32,7	μ =	0,53	Mt	1,4	Ru	0,6	
Cp	0,1	α =	+ 3,3	Ru	0,6	Cp	0,1	
Ru	0,6			Cp	0,1			

Al microscopio in sezione sottile la roccia presenta una struttura estremamente caratteristica che la differenzia nettamente da tutte le altre facies costituenti il plutone. I fenocristalli feldispatici allungati formano gruppi a disposizione raggiata, fittamente intereccitanti, i cui interstizi sono colmati da plaghe di feldispato allotriomorfo, da granuli di albite limpida e da individui pirossenici (Tav. 1, fig. 4); trattasi di una struttura molto simile alla foyaitica o trachitoide delle sieniti alcaline.

La composizione mineralogica è data da feldispato potassico pertitico come componente essenziale, poco plagioclasio, pirosseno, poca titanite, apatite scarsa ma in grandi individui, ematite, ortite rarissima.

La *perbite* forma più dell'80% della roccia; si presenta in grandi individui allungati, talvolta geminati secondo Carlsbad o in plaghe allotriomorfe, in cui il plagioclasio si insinua formando vene, plaghe informi, mai geminate, disposte irregolarmente e che costituiscono talvolta più del 50% dell'intero individuo. Rari grandi idioblasti poco o nulla pertitici. Il feldispato potassico è sempre leggermente torbido per un minuto pigmento ferrico che gli dà il colore rosato, mentre il plagioclasio appare perfettamente limpido e fresco.

Estremamente variabile, anche in uno stesso individuo, il valore dell'angolo assiale ottico; si va da $2V_\alpha = 62^\circ$ a $2V_\alpha = 84^\circ$. Si è misurato in un unico fenocristallo con *perbite* crescente da un'estremità all'altra un $2V$ variabile da 60° all'estremità meno *perbitica* a 72° alla estremità più *perbitica*, il che potrebbe indicare un aumento nella percentuale di $Ab + 1/10 An$ nel feldispato potassico dal 30 al 40% (5) parallelamente all'aumento del tenore di plagioclasio pertitico.

Il *plagioclasio* isolato, in grandi individui idiomorfi e ben geminati secondo la legge dell'albite, è rarissimo; più diffuso ma sempre assai scarso in granuli limpidi, non geminati; i due tipi di plagioclasio variano leggermente nel chimismo. I geminati albite hanno un angolo massimo d'estinzione simmetrica variabile da 7° a 10° con $2V_\gamma = 82^\circ-84^\circ$. Questi dati corrispondono a quelli di un'albite con il 10-15% di An. I granuli limpidi interstiziali sono ancora più acidi, con $2V_\gamma$ che si aggira intorno agli 80° , il che corrisponde al 5% di An.

Unico minerale femico presente è il *pirosseno*, talvolta uralitizzato; esso è in grandi idiomorfi, fortemente sfrangiati e corrosi dal feldispato, di color verde intenso, con pleocroismo assai accentuato $\alpha =$ giallo pal-

lido; β = verde giallognolo; γ = verde intenso. Notevoli variazioni di composizione dal centro alla periferia non sono rare; il nucleo centrale appare talvolta perfettamente incolore con $c : \gamma = 38^\circ$, $2V_\gamma = 55^\circ-57^\circ$, mentre la parte periferica è colorata in verde intenso con forte pleocroismo, $c : \gamma = 54^\circ$ e $2V_\gamma = 59^\circ-62^\circ$. Si tratta quindi di un *diopside* passante ad *augite egirinic*.

Talvolta il pirosseno appare uralitizzato con formazione ai bordi di un anfibolo azzurro verdastro con leggero pleocroismo dal verde pallido all'azzurro verde, con $c : \gamma = 20^\circ$ e $2V_\alpha = 72^\circ$; si tratta quindi di una *orneblenda* poco ferrifera.

In grandi ma rari individui appaiono *apatite*, *pirite* e *magnetite*; rarissima l'*ortite* e l'*ematite* in minute lamelle. Completamente assente il quarzo.

La roccia appare nel suo insieme assai fresca e compatta, se si eccettuano rare fratture interessanti soprattutto il feldispato potassico, risanate da sostanze ocracee.

Un campione analizzato ha fornito i dati raccolti nella Tabella 3.

Dall'esame dei valori parametrici di Niggli risulta che la roccia in esame ha un chimismo che si discosta notevolmente da quello dei tipi magmatici della letteratura (6). Confrontandola con il tipo magmatico monzonitico-sienitico che più le è vicino, risulta di maggior basicità, con il valore c estremamente basso e con un maggior tenore di alcali.

In base alla composizione mineralogica quantitativa, secondo la classificazione di Jung (7), si potrebbe considerare una roccia appartenente alla famiglia delle sieniti sub-alcaline con: indice di saturazione = 0, indice di colore = 51, indice feldispatico = 71.

Per quanto riguarda il calcolo normativo, si è dovuto ricorrere al fattore correttivo previsto da Niggli (8), in quanto l'elevato tenore di alcali e la marcata sottosaturazione portavano ad un eccesso di Ne a cui non corrispondeva nella roccia la presenza reale di nefelina nè di alcuno dei suoi prodotti di alterazione, come è stato dimostrato da varie prove fra cui anche un attacco della sezione mediante acido fosforico sciroposo e blu di metilene (9). In effetti in seguito a questo attacco si è osservata lungo le fratture entro il feldispato una colorazione bluastra abbastanza intensa, dovuta però probabilmente ai prodotti di alterazione colloidale di tipo limonitico che riempiono tali fratture.

TABELLA 3

Sienite alcalina (V. d'Oropa)

		% modale in volume		% modale in peso	
SiO ₂	56,55	Ortose	50,2	} pertite	47,8
TiO ₂	0,58	Plagioclasio	32,0		31,0
Al ₂ O ₃	18,35	Plagioclasio	3,0		2,9
Fe ₂ O ₃	3,16	Pirosseno	8,7		10,9
FeO	2,07	Orneblenda	3,2		3,5
MnO	0,10	Titanite	1,0		1,0
MgO	2,07	Pirite e			
CaO	2,93	Ossidi Fe	1,5		2,5
K ₂ O	7,92	Apatite	0,4		0,4
Na ₂ O	5,35				
P ₂ O ₅	0,14				
S	0,25				
H ₂ O ⁻	0,02				
H ₂ O ⁺	0,88				
100,37					

Analista: G. PEYRONEL-PAGLIANI

si 179; al 34,4; fm 23,3; c 9,9; alc 32,4; ti 1,5; p 0,9; k 0,49; mg 0,42; c/fm 0,42; qz — 49,7.

Magma juvitico (tipo monzonitico-sienitico).

Base		Norma		Variante	
Kp	27,3	Or	45,4	Or	45,3
Ne	23,3	Q =	34,2	Ab	34,5
Cal	1,6	L =	52,5	An	1,2
Cs	3,3	M =	13,3	Wo	11,1
Fs	3,3			Hy	4,6
Fa	2,5	π =	0,03	En	2,6
Fo	4,2	γ =	0,25	Mt	0,1
Q	34,0	μ =	0,31	Cp	0,6
Cp	0,1	α = —	2,4	Ru	
Ru	0,4				

Per quanto riguarda infine il calcolo della variante, esso è stato impostato assumendo una percentuale di pirosseno corrispondente a quella modale e attribuendogli una composizione eguale a quella di un pirosseno augitico sodico con formula



Un'augite sodica titanifera di tale composizione è stata ritrovata nelle monzoniti di Morotu (Sakhalin) e analizzata da Vagy (10).

Si potrebbe avvicinare la roccia in esame alle *gautzeiti*, per quanto queste rocce contengano un plagioclasio assai più basico e sostanza vetrosa, ed abbiano una tipica giacitura filoniana.

La difficoltà di inquadrare la roccia in esame nei tipi descritti fino ad ora nelle letterature rende valida l'ipotesi che essa abbia subito processi di metasomatosi o di sintesi, per cui possa considerarsi un ibrido. Per altro rimando la discussione sulla sua genesi al capitolo « Considerazioni conclusive ».

d) *Monzoniti chiare biotitico-piroseniche a grana media:*

A sud della formazione, sul versante d'Oropa, affiorano, alternandosi con le monzoniti biotitiche grigie, rocce di color rosa violaceo, a struttura granulare, con grana media, talvolta quasi grossolana, nella cui massa spiccano elementi feldspatici rosati in plaghe o in individui allungati, distintamente orientati e inoltre biotite in piccole lamine e pirosseno in granuli verdastri.

Al microscopio in sezione sottile la roccia presenta struttura granulare ipidiomorfa, passante talvolta alla fluidale, ed ha la seguente composizione mineralogica: componenti essenziali plagioclasio, ortose, biotite, pirosseno; componenti accessori anfibolo, apatite assai diffusa, pirite ed ossidi di ferro, rara titanite, poco zirconio e quarzo, qualche granulo di epidoto.

Fenomeni di clastesi abbastanza evidenti soprattutto nel plagioclasio in cui fratture para e posteritalline sono state risanate da clorite, sericite ed epidoto.

Il *plagioclasio*, come in tutta la formazione monzonitica, è un'andesina con il 35-40% di An. Esso appare sempre geminato secondo le solite leggi, talvolta zonato con zonature però offuscate o appena accen-

nate. Gli idiomorfi di notevoli dimensioni sono talvolta formati da due o più individui variamente orientati.

Il *feldispato* di K ha $2V_a = 65^\circ-70^\circ$, è raramente pertitico e, se tale, le minute lacinie di albite appaiono per lo più disposte regolarmente in zone concentriche che sottolineano le zone di accrescimento del feldispato. Assai più diffusi invece grandi inclusi andesinici, distintamente geminati ed isorientati. Frequenti i concrescimenti mirmechitici.

La *biotite* è, come sempre, nettamente idiomorfa; in grandi lamine fortemente pleocroiche include talvolta il pirosseno che è un *diopside* quasi incolore, apleocroico; esso si presenta in grandi individui sfrangiati e corrosi ed è quasi sempre circondato da *orneblenda* verde azzurrina marcatamente pleocroica.

Quarzo assai raro in plaghettae disposte sporadicamente; l'*apatite* è invece assai diffusa in grandi individui, mentre assai rara è la *titanite*.

L'analisi chimica su un campione raccolto presso la Cascina Teggio, a quota 1150, ha fornito i dati raccolti nella tabella n. 4.

I valori analitici permettono di inquadrare la roccia in esame in un tipo magmatico francamente monzonitico da cui differisce lievemente solo per una maggiore acidità.

Considerazioni conclusive.

Concludendo, le monzoniti della corona occidentale esterna del plutone di Biella sono risultate delle monzoniti biotitiche con contenuto variabile di pirosseno e di anfibolo, con chimismo abbastanza uniforme per la loro quasi totalità e variabile da quello di un magma si-monzonitico a quello di un magma decisamente monzonitico. Più diffuse nella parte nord-occidentale e occidentale del massiccio sono le monzoniti grigie a grana da media a minuta, a chimismo si-monzonitico, talvolta differenziandosi in facies a grana minutissima, di color molto scuro, ricche di strutture di reazione, di concrescimenti micrografici e mirmechitici e sempre tormalinifere; nella parte sud-occidentale ad esse si intercalano monzoniti più riccamente pirosseniche, di color viola grigiastro, a grana media, con chimismo corrispondente a quello di un magma monzonitico tipico.

TABELLA 4

Monzonite biotitico-pirossenica

Analisi		% modale in volume		% modale in peso
SiO ₂	53,77	Ortose	30,1	27,3
TiO ₂	1,55	Plagioclasio	42,5	41,1
Al ₂ O ₃	15,66	Pirosseno	6,3	9,4
Fe ₂ O ₃	3,19	Anfibolo	1,7	
FeO	4,25	Biotite	9,8	10,5
MnO	0,11	Quarzo	5,2	4,9
MgO	3,64	Ossidi Fe	2,6	4,8
CaO	6,70	Apatite	1,8	2,0
Na ₂ O	3,78			
K ₂ O	5,00			
P ₂ O ₅	1,16			
H ₂ O ⁻	0,15			
H ₂ O ⁺	1,09			
100,05				

Analista: G. PEYRONEL-PAGLIANI

si 155,7; al 26,7; fm 32,7; c 20,7; alc 19,9; ti 3,3; p 1,4; k 0,46; mg 0,47; qz 23,9; c/fm 0,63.

Magma monzonitico (Tipo monzonitico).

Base		Catanorma		Variante		
Kp	18,0	Or	30,0	Or	23,4	
Ne	20,6	Ab	34,3	Ab	34,3	} Ab ₆₅ An ₃₅
Cal	7,2	Q = 31,7	An	12,0	An	
Cs	4,3	L = 47,4	Wo	5,8	Bi	10,5
Fs	3,4	M = 20,9	En	10,0	Di	11,8
Fa	5,0		Hy	4,4	Cp	2,3
Fo	7,5	$\pi = 0,16$	Mt	3,4	Mt	3,4
Ru	1,1	$\gamma = 0,38$	Ru	1,1	Q	1,7
Cp	2,2	$\mu = 0,47$	Cp	2,3		
Q	30,7	$a = 0,03$	Q	-3,3		

Caratteristica di tutta la formazione un'orientazione assai accentuata dei feldispati in forma di individui allungati o tabulari, tanto da aversi talvolta delle strutture nettamente fluidali.

Come la composizione chimica anche la composizione mineralogica è piuttosto uniforme qualitativamente; variazioni notevoli si osservano soprattutto nella diffusione dei minerali femici; la biotite è sempre presente e in genere in elevate percentuali, mentre l'anfibolo e il pirosseno si alternano e si sostituiscono reciprocamente, per cui monzoniti anche molto vicine e di aspetto pressochè identico possono presentare variazioni non indifferenti nel tenore di questi due minerali. Questo avviene nelle monzoniti grigie mentre nelle monzoniti chiare dell'estremo sud il pirosseno è sempre presente e l'orneblenda di chiara origine secondaria, per uralitizzazione del diopside.

Caratteristica delle monzoniti di Biella è la prevalenza del plagioclasio sul feldispato potassico che è per lo più pertitico e riferibile ad un ortose sodico; il plagioclasio è un'andesina piuttosto acida: altro carattere tipico di queste rocce è il netto idiomorfismo della biotite soprattutto rispetto all'anfibolo che sempre precede nella paragenesi e il suo sviluppo in lamine di dimensioni talvolta veramente eccezionali. La sequenza paragenetica sarebbe quindi: accessori, biotite e pirosseno, anfibolo, plagioclasio andesinico, pertite ortoclasica e infine quarzo sempre interstiziale e abbastanza raro.

Gli accessori, caratteristici e presenti in tutte le varie facies della formazione, sono apatite, titanite, zircone, pirite e ossidi di ferro, rarissima ortite.

La tormalina appare solo nelle monzoniti biotitico-pirosseniche scure, a grana minutissima, che affiorano in due ristrette zone all'estrema periferia della formazione monzonitica, la cui genesi, assieme a quella delle strutture di reazione assai diffuse in questa facies, è collegata ad un afflusso di elementi volatili guidati dalle numerose fratture esistenti alla periferia del plutone. Tormalina verde scuro, quasi nera, di tipo schörlitico, in sottili aghi, è pure stata trovata a guisa di sottile spalmatura ma assai diffusa nelle fratture e nelle litoclasi che si aprono nelle monzoniti grigie non tormalinifere, soprattutto in Val Pragnetta, dove sono visibili numerose faglie radiali.

Il ruolo degli elementi volatili deve quindi essere stato tutt'altro che trascurabile nella cristallizzazione del magma originario e con ogni probabilità alla loro attività sono dovute le oscillazioni nella composizione chimica e mineralogica delle monzoniti periferiche, oscillazioni talvolta irregolari e ricorrenti che hanno determinato la loro notevole variabilità di struttura e di colore. La notevole diffusione di strutture trachitiche, fluidali, nella massa periferica è un'altra prova della grande fluidità e mobilità del magma in tali zone.

All'attività dei volatili penso che debba essere precipuamente ascritta anche la genesi delle sieniti fortemente differenziate in senso alcalino che affiorano nelle vicinanze delle rocce tormalinifere. Queste rocce, di difficile classificazione, sono caratterizzate da una sottosaturazione assai spinta accompagnata da un arricchimento sia in Na che in K; infatti ambedue gli elementi alcalini sono qui presenti in quantità assai superiori a quelle delle rocce monzonitiche adiacenti ($alc = 34$ di fronte a $alc = 22-23$, valore costante nelle monzoniti); il loro rapporto reciproco permane però quasi invariato, se si eccettua un lieve aumento nel tenore di K ($k = 0,49$ di fronte a $k = 0,45-0,47$ nelle monzoniti). La genesi di queste sieniti alcaline non può quindi ascriversi ad assimilazione di rocce calcaree già in posto, del resto inesistenti nella zona, anche per il valore eccessivamente basso di c (7,8). Più probabile un'autometasomatosi alcalina, in quanto l'afflusso di acqua e di altri mineralizzatori, nonchè le notevoli tensioni createsi nella zona ad immediato contatto con le rocce metamorfiche in posto avrebbero favorito la mobilità e la concentrazione degli ioni alcalini in alcuni punti della massa magmatica.

ELENCO BIBLIOGRAFICO

- (1) FIORENTINI PONTENZA M.: *Distribuzione delle principali facies petrografiche e della radioattività nel plutone « sienitico » di Biella (Valle del Cervo)*. Rend. Soc. Min. It. Anno XV. Pavia, 1959.
- (2) PAGLIANI PEYRONEL G.: *Il granito porfirico della media Valle del Cervo (Biella)*. Rend. Ist. Lombardo Sc. e Let. Classe A. Vol. 93. Milano, 1959.
- (3) AMATUCCI O.: *Sienite di Biella e diorite di Traversella*. Boll. R. Uff. Geol. d'Italia. Vol. 59. Roma, 1934.

- (4) NOVARESE V.: *Il sistema eruttivo Traversella - Biella*. Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia. Vol. 28. Roma, 1944.
- (5) TRÖGER W. E.: *Optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale - Bestimmungstabellen*. Vol. I. Stoccarda, 1956.
- (6) TRÖGER W. E.: *Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine*. Berlino, 1935.
- (7) JUNG J. e BROUSSE R.: *Classification modale des roches éruptives*. Paris, 1959.
- (8) NIGGLI P.: *Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung*. Boll. Svizzero di Mineralogia. Vol. XVI. Zurigo, 1936.
- (9) SHAND S. J.: *On the staining of feldspathoids, and on zonal structure in nepheline*. Am. Min. Vol. 24, 1939.
- (10) YAGY K.: *Alkalie rocks, Morotu District, Sakhalin*. Bull. of Geol. Soc. of Am. Vol. 64, f. 7. 1953.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 1

Fig. 1. — *Monzonite tormalinifera* (Val Pragnetta).

Grande individuo di plagioclasio formante il nucleo di un idiomorfo di feldispato potassico; in quest'ultimo sono visibili nella parte inferiore caratteristiche strutture grafiche e nella parte superiore debolmente pertitica, nette zone di accrescimento sottolineate da minute inclusioni di feldispato disposte lungo di esse. (Nicols incrociati, 60 ingr.).

Fig. 2. — *Monzonite tormalinifera*.

Grande individuo di feldispato potassico geminato scarsamente pertitico corroso in parte da una nuova venuta di feldispato in concrescimento grafico col quarzo. (Nicols incrociati, 60 ingr.).

Fig. 3. — *Monzonite tormalinifera*.

Inclusi di tormalina nel pirosseno e nella biotite. (Nicols incrociati, 80 ingr.).

Fig. 4. — *Sienite alcalina* (Spartiacque Valle del Cervo-Valle d'Oropa).

Struttura trachitoide: i grandi individui allungati di pertite formano gruppi a disposizione raggiata; hanno i bordi fortemente corrosi da albite interstiziale in minuti granuli limpidissimi. Nel centro grossi individui tondeggianti di apatite. (Nicols incrociati, 40 ingr.).

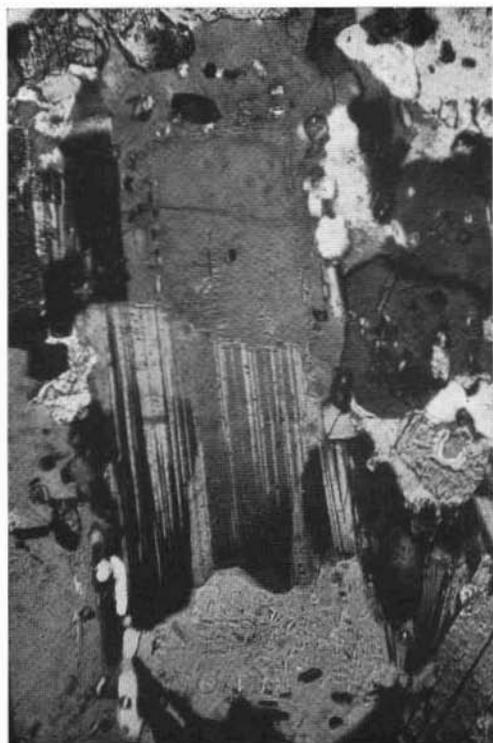


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

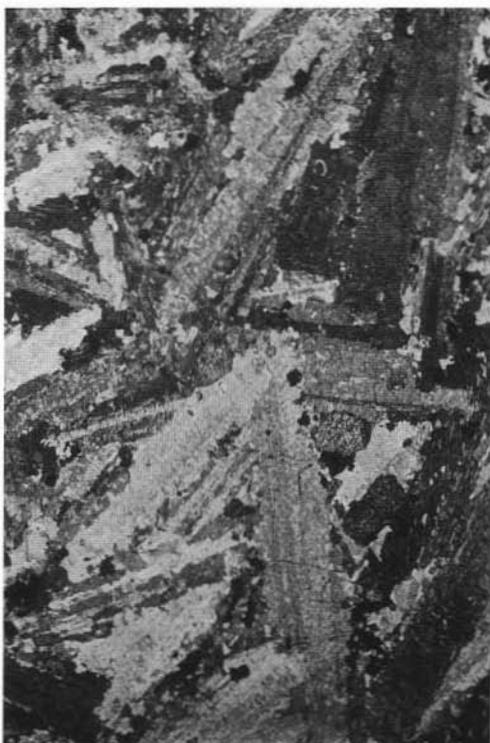


Fig. 4