

ELIO SOMMAVILLA

MONZONITE E VULCANITI TRIASSICHE DELLA MALGOLA
(PREDAZZO)

RIASSUNTO. — Questa nota, preliminare ad un lavoro più ampio su tutto il M. Malgola (Predazzo), vorrebbe portare un contributo alla soluzione del vecchio problema dei rapporti tra le vulcaniti triassiche e la monzonite.

E' stata eseguita l'analisi chimico-petrografica di queste due rocce; in particolare di una facies monzonitica a carattere leggermente porfirico e di un lembo di vulcanite, affioranti alla base del versante nord-occidentale della Malgola.

Il chimismo delle due rocce (la vulcanica è una latite) è identico (dioritico-monzonitico). L'associazione mineralogica della latite è in molti punti eguale a quella della monzonite. Variazioni locali di percentuale e di grana di singoli componenti (K-feldspato e anfiboli-biotite) sono spiegabili in base al fatto che la vicinanza della monzonite ha fatto ricristallizzare più o meno evidentemente la massa di fondo sotto forma (in prevalenza) di ortoclasio e di biotite ed ha anfibolizzato e biotitizzato più o meno intensamente il pirosseno. Le determinazioni dei caratteri ottici dei singoli minerali hanno rivelato identità sorprendenti tra i cristalli di segregazione intratellurica della latite (fenoeristalli plagioclasici e pirosseni) e quei cristalli della monzonite che corrispondono ad una prima fase di cristallizzazione (relitti di plagioclasii e pirosseni) ed anche tra altri minerali dovuti a successive trasformazioni.

Si conclude affermando l'uguaglianza delle due rocce dal punto di vista chimico e l'identità mineralogica tra la fase intratellurica della latite e la prima fase di cristallizzazione della monzonite.

Si preannuncia inoltre che osservazioni e considerazioni più complete, che verranno riportate in un lavoro geologico-petrografico sulla Malgola, fanno pensare che la monzonite sia stata messa in posto in un tempo successivo, ma di poco, all'effusione o all'iniezione delle rocce vulcaniche medio-triassiche.

ABSTRACT. — This is a preliminary note on the rocks of the Mt. Malgola, Predazzo (Trentino), which would contribute to the solution of the question of the relations between the triassic volcanics (latites) and the monzonite in the Predazzo area.

The Malgola rocks have been chemically and petrographically analysed, with particular regard to a monzonitic facies, which show a feeble porphyritic character, and to the volcanic outerops, which come out at the base of the NW slope of the Malgola.

The chemical composition of the two rocks is identical and corresponds to the Niggli's dioritic-monzonitic type. The mineralogy of the latite is very similar to

that of the monzonite. Minor variations in composition and grain-size of some components may be explained by the contact recrystallization caused by the near monzonite: in the groundmass orthoclase, biotite and quartz grew while pyroxenes were altered to anphyboles and biotite. The optical characters of the minerals show surprising similarity between the early crystals of the latite (plagioclase and pyroxene phenocrysts) and plagioclase and pyroxene of the monzonite, which also correspond to an early crystallization phase. A close similarity can be noted between the crystals of later crystallization in both rocks, too.

On the base of more complete observations and discussions, which will be reported in a next geological-petrographical paper, it can be concluded that the Malgola monzonite has been placed shortly after the outpouring of the Ladinian-Carnian volcanics.

Premessa.

Questa nota ⁽¹⁾ è preliminare alla pubblicazione di un rilevamento su scala 1:10.000 e dello studio chimico-petrografico della Malgola, cioè del rilievo montuoso che forma il fianco sinistro del tratto inferiore della valle del Travignolo, a sud-est di Predazzo.

Tale montagna è sempre stata considerata molto interessante nello studio della regione predazzese-monzonica, in quanto sui suoi versanti nord e ovest passa il limite meridionale di questo celebre distretto eruttivo, e inoltre perchè in essa affiora una notevole varietà di rocce intrusive e filoniane e di metamorfiti di contatto (cfr. BLAS J. 1902, LEITMEIER H. 1940-41, PENK W. 1911, ROMBERG J. 1902-3, 1904, VARDA-BASSO S. 1922, 1928, 1929, 1945, 1949) ⁽²⁾.

Di particolare interesse è la presenza alla Malgola di vulcaniti e di

⁽¹⁾ Il lavoro è stato eseguito sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche ed è compreso nei programmi del Centro Nazionale per lo studio Geologico e Petrografico delle Alpi. Iniziato presso l'Istituto mineralogico-petrografico dell'Università di Padova, è stato concluso presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia di Ferrara.

⁽²⁾ Le rocce magmatiche principali rilevate dallo scrivente alla Malgola sono: a) *monzoniti*, in maggior parte leggermente quarzifere, con qualche facies più ricca in quarzo e con differenziazioni sienitiche e sialico-alcaline; b) una differenziazione estrema in senso mafitico (*pirossenite*); c) *granosienite biotitica*; d) *apofisi granosienitiche*; e) *filoni sienitico-oleolitici* e f) *lamprofiri o semilamprofiri a tendenza alcalino-sodica*. Le metamorfiti determinate sono: *marmi brucitici* talvolta ad olivina; *calcefiri e marne semimetamorfiche a tremolite e flogopite*; *cornubianiti ad ortoclasio, fassaita e wollastonite*; *cornubianiti iniettate letto a letto* (nell'immediato contatto).

subvulcaniti triassiche, alcune delle quali vengono a contatto con le rocce intrusive.

I limiti tra le cosiddette formazioni porfiriteico-melafiriche ladino-carniche e la monzonite furono oggetto di studio e di accese discussioni iniziate con il lavoro di SALOMON (1897) sulle intrusioni periadriatiche.

Fino allora rimase praticamente indiscussa l'esistenza di « passaggi laterali » tra le porfiriti e la monzonite. Da ciò derivava l'attribuzione di un'età triassica alla monzonite, che veniva considerata facies profonda della porfiritite. Gli autori più significativi che si pronunciarono prima del lavoro di SALOMON a favore di questa teoria, sono: F. RICHTHOFEN (1860), C. DOELTER (1875) e W. C. BRÖGGER (1895).

W. SALOMON nel 1897 nega il valore della tesi sostenuta dagli Autori precedenti per l'insufficienza delle prove da essi portate e ritiene probabile l'appartenenza della monzonite al sistema intrusivo periadriatico.

Si iniziò così la storica polemica sull'età delle rocce monzonitiche di Predazzo e dei Monzoni. Alla teoria dell'età triassica rimase fedele DOELTER (1903, 1918) e la scuola di Vienna in generale, con O. v. HUBER (1899), R. HOERNES (1912) e H. LEITMEIER, il quale però, dopo aver collaborato con DOELTER nelle ricerche per la documentazione dell'età triassica (DOELTER C., LEITMEIER H., 1918), negli ultimi lavori su Predazzo (1940-41, 1944) dà per scontata la tesi dell'età terziaria.

Tra gli Autori che si schierarono a favore della teoria di SALOMON vanno ricordati J. ROMBERG (1902-3, 1904) con la scuola di Berlino, M. OGILVIE GORDON (1902-1903), H. PHILIPP (1904), W. PENK (1911, 1912) e S. VARDABASSO, il quale, dopo un ampio e assai pregevole studio critico della letteratura geologica riguardante Predazzo e i Monzoni (1922) e numerosi lavori geologici e petrografici (principalmente 1924, 1928, 1929, 1930), conclude definitivamente a favore dell'età terziaria (1945, 1949).

Gli argomenti portati dai fautori della contemporaneità della porfiritite e della monzonite erano essenzialmente due: la somiglianza chimico-mineralogica delle due rocce (dedotta però sulla base di dati insufficienti) e l'affermata (e assai vagamente documentata) esistenza di passaggi graduali tra di esse.

Le prove portate dagli avversari erano (oltre alle considerazioni sulla probabile appartenenza dell'intrusione di Predazzo-Monzoni alle masse periadriatiche) la dichiarazione dell'inesistenza di passaggi graduali, il ritrovamento nelle porfiriti di apofisi monzonitiche, l'appar-

tenenza all'età terziaria dei principali movimenti tettonici alpini, per causa dei quali si sarebbero formate le fratture che permisero al magma monzonitico di salire. A questi argomenti S. VARDABASSO aggiunse, a favore dell'età alpidica, alcune considerazioni sui rapporti tra le masse intrusive e la tettonica della Valle di Fiemme e della zona compresa tra Predazzo e i Monzoni; ed inoltre osservò che i disturbi tettonici che si riscontrano nella monzonite sono sensibilmente inferiori a quelli presentati dalle vulcaniti triassiche (VARDABASSO S. 1949).

P. LEONARDI riaprì recentemente il problema, affermando che una serie di fratture nella zona che va dalla conca di Predazzo a quella di Moena sono probabilmente di natura vulcanotettonica invece che orogenetica. Si tratterebbe di una serie di sprofondamenti per collassi successivi (LEONARDI P. 1959, 1965).

Tra queste dislocazioni sono comprese quelle che, ritenute alpidiche finora, sono in rapporto con l'intrusione di alcune masse monzonitiche. Se gli sprofondamenti sono dovuti a vulcanotettonica, viene a cadere l'argomento principale a favore dell'età alpidica dell'intrusione della monzonite. Si riapre cioè la porta alla vecchia ipotesi dell'età triassica delle rocce intrusive di Predazzo.

Si è ritenuto opportuno che riprendessi lo studio della Malgola, compiuto come tesi di laurea nel 1957, in quanto esso aveva portato alcuni elementi a favore della immediata posteriorità della monzonite rispetto alle porfirite ladino-carniche. Tali elementi saranno ampiamente illustrati nel lavoro in fase di preparazione.

In questa nota mi limito a descrivere la monzonite della Malgola, tenendo conto soprattutto di una facies che presenta un carattere leggermente porfirico, ed a confrontarla con la roccia di una vulcanite con cui un affioramento di questa facies monzonitica viene a contatto.

Le due rocce si trovano alla base del versante nord-occidentale della Malgola, presso l'abitato di Predazzo, in prossimità di un piccolo parco-giochi per bambini. Si tratta di uno dei pochi punti della zona predazzese in cui si possa osservare un limite tra la monzonite e le vulcaniti triassiche, uno degli esempi classici citati, nella letteratura geologica, dagli uni come passaggi laterali, dagli altri come contatti.

Descrivo anzitutto petrograficamente le due rocce e accenno poi ai loro rapporti, riservando al lavoro sulla Malgola la trattazione det-

tagliata di quest'ultimo problema e le conclusioni definitive, che richiedono considerazioni più ampie dedotte dallo studio di una zona più estesa.

Ringrazio vivissimamente il prof. A. BIANCHI per l'aiuto preziosissimo datomi durante la prima fase delle ricerche e il prof. E. CALLEGARI per avermi guidato nello studio petrografico. Desidero ancora esprimere la mia riconoscenza ai proff. P. LEONARDI e G. OGNIBEN per aver inserito i miei lavori nel quadro delle ricerche sul distretto eruttivo della Regione Dolomitica e per l'aiuto datomi presso gli Istituti di Geologia e Mineralogia-Petrografia dell'Università di Ferrara.

Monzonite.

E' la roccia eruttiva di gran lunga più abbondante negli affioramenti della Malgola.

L'aspetto macroscopico (chiazze biancastre, raramente rosee e chiazze scure verdi e nere) è granulare piuttosto grossolano. Si riconosce facilmente a occhio nudo la presenza di lamelle biotitiche, ben sviluppate in alcune facies.

Al microscopio si osserva una struttura olocristallina subofitica a grana media, più minuta di quanto ci si potrebbe aspettare in base all'osservazione macroscopica. Ciò è dovuto al fatto che le chiazze chiare e scure visibili nei campioni non corrispondono a cristalli singoli, ma ad aggregati di minerali: plagioclasio e K-feldispato (e subordinatamente quarzo) nelle plaghe chiare, pirosseno, anfibolo e biotite in quelle scure.

Una prima caratteristica riscontrata nelle monzoniti della Malgola è la sensibile variabilità delle proporzioni quantitative di alcuni componenti, in particolar modo del feldispato potassico: per questo minerale l'analisi modale eseguita su parecchi campioni ha rivelato variazioni tra l'11% (3) e il 23% con punte massime, piuttosto rare, che raggiungono il 40% ed eccezionalmente, in una differenziazione sialico-alcalina, addirittura il 61%. Il quarzo è risultato variabile tra un minimo di 2,4% e un massimo di 8,8% con punte eccezionali fino al 20,9% nella differenziazione suddetta.

(3) In un campione prelevato fuori della Malgola, a nord-ovest di Predazzo, si ha addirittura il 6,9%.

L'analisi chimica della facies più povera di quarzo, che contiene una percentuale abbastanza elevata di K-feldispato, ha fornito i risultati riportati, insieme con quelli della roccia vulcanica, nella tabella n. 1.

I *plagioclasti* sono quantitativamente prevalenti (cfr. analisi modali, tabella 1) su tutti gli altri minerali, risultano nettamente idiomorfi nei confronti degli altri elementi incolori e presentano un certo idiomorfismo anche nei confronti degli elementi colorati, soprattutto della biotite. E' questo fatto che conferisce alla roccia il carattere subofitico. Gli individui plagioclastici sono geminati generalmente secondo le leggi « albite » e « albite-Karlsbad »; più raramente secondo le leggi « albite-pericelino » e « albite-Karlsbad-pericelino ».

Si possono distinguere abbastanza chiaramente tre tipi di plagioclasti. Tale distinzione e il carattere subofitico sono particolarmente evidenti nella facies a tendenza porfirica ⁽⁴⁾.

1° tipo. E' rappresentato da cristalli a zonatura marcata con nuclei di composizione molto calcica (da bitownitica fino ad anortitica) interessati ai bordi da corrosioni piuttosto intense. Il nucleo è cioè un relitto di un plagioclastio precedente, verso il quale la fase feldispatica che è cristallizzata successivamente, presenta carattere aggressivo ⁽⁵⁾. Tali nuclei risultano sempre più o meno intensamente fratturati ed alterati e sono inoltre geminati alquanto irregolarmente.

Dal nucleo si passa ad una o più zone periferiche notevolmente più sodiche (da 52% a 27% An con in media il 35%-40% An). Il passaggio nucleo-periferia è sempre brusco; tutt'al più esiste tra il nucleo e la periferia un sottile bordo appena di poco meno calcico del nucleo. La differenza di composizione tra il relitto del vecchio plagioclastio e il nuovo, cristallizzato attorno ad esso, raggiunge spesso il 40% di An. Talvolta si osserva una seconda corrosione entro le zone periferiche.

I dati delle determinazioni di questi e dei seguenti tipi di plagioclasti sono riportati nella tabella 2, dove sono confrontabili con quelli dei plagioclasti della vulcanite.

⁽⁴⁾ Nella descrizione dei plagioclasti ci si riferisce essenzialmente a questa facies. Per gli altri minerali non vi sono differenze sensibili dalle monzoniti normali.

⁽⁵⁾ Questo fenomeno è simile a quello descritto per altre rocce da vari autori e in modo particolare da E. CALLEGARI (1963) per le tonaliti di Cima Uzza (Adámello sud-orientale).

II° tipo. E' rappresentato da cristalli privi di nucleo calcico relitto; sono più o meno intensamente fratturati ed alterati in sericite e prodotti caolinici, specialmente nelle parti centrali e lungo le fratture. Le geminazioni sono spesso poco regolari. Irregolare è pure la zonatura, moderata e di tipo normale, più raramente oscillatorio. La loro composizione è labradoritica con una percentuale media in An del 57-58% con variazioni dal 66% al 47% An nei cristalli con zonatura abbastanza evidente. Talvolta si osserva un sottile bordo più sodico con circa il 35% in An (cfr. tabella 2).

Anche questi plagioclasii risultano interessati, come i nuclei degli individui del I° tipo, da un fenomeno di corrosione: in questo caso ad opera del feldispato potassico e del quarzo. I loro bordi infatti, quando risultano confinanti con questi ultimi minerali, appaiono sempre corrosi, talora molto profondamente. Si hanno anche esempi in cui il plagioclasio è completamente immerso, ridotto ad un relitto di forma ameboidi, nel K-feldispato.

Il fenomeno, a quanto ci è dato osservare, non ha mai dato luogo alla formazione di associazioni mirmechitiche.

III° tipo. Vi appartiene un numero nettamente subordinato di individui plagioclasici, che presentano però dimensioni spesso maggiori dei precedenti. Risultano particolarmente sviluppati nelle facies a tendenza porfirica e sono soprattutto essi a dare tale carattere alla roccia. Sono caratterizzati dal fatto di essere, a differenza dei nuclei degli individui del primo tipo e dei cristalli del secondo (ed a somiglianza delle zone periferiche nel I° tipo), freschi e integri, geminati regolarmente e poco o affatto corrosi ai bordi. La zonatura è debole, regolare e di tipo normale. Si trovano in essi inclusioni di ossidi di ferro, piccole plaghe di feldispato potassico e qualche scaglietta di biotite.

La loro composizione è labradoritico-andesinica sul 54% An, quasi omogenea, in quanto solo raramente si può distinguere una zona nucleare da una periferica. In quest'ultimo caso si va dal 57% al centro al 52% alla periferia. Talvolta si ha anche un sottile bordo periferico di composizione oligoclasica (cfr. tabella 2).

Esiste inoltre nelle facies a tendenza porfirica un ultimo tipo di plagioclasii, a cui si possono far appartenere cristalli di piccole dimensioni, addensati generalmente in plaghe, di composizioni media andesinica quasi omogenea (45% circa in An).

Il *feldispato potassico* è presente in forma di plaghe irregolari, a volte di dimensioni cospicue soprattutto nella facies a tendenza porfirica. E' distribuito poco uniformemente nella roccia: l'analisi modale perciò per questo minerale ha un valore alquanto approssimativo (cfr. tabella 1). A questo proposito può essere interessante osservare (come si può rilevare dal confronto tra le percentuali della facies normale e quelle della facies a struttura un po' porfirica) che, dove è alta la percentuale del K-feldispato, è bassa quella della biotite e viceversa. Questo fenomeno è confermato in parecchie altre analisi modali di monzoniti.

In base alla determinazione dell'angolo degli assi ottici fatta al T.U. su parecchi cristalli, la quale ha dato un valore pressochè costante $2V_a = 49^\circ-50^\circ$, si tratta di *ortoclasio*.

I cristalli, raramente geminati, presentano qua e là irregolarità di estinzione (« ad ombra »). In molti individui si osserva un debole smistamento micropertitico con lamelle plagioclasiche minutissime, talvolta appena visibili, localizzate soprattutto nelle zone in cui il cristallo è torbido per un fenomeno di caolinizzazione.

E' già stato osservato il carattere aggressivo di questo minerale nei confronti dei plagioclasidi del II° tipo.

Il *quarzo* è pure sempre allotriomorfo. La sua percentuale media è del 5%. Qua e là esso forma con l'ortose associazioni di tipo granofirico.

Gli elementi femici essenziali, come è già stato accennato, sono i seguenti:

1) *Pirossemi*. Sono monoclini, spesso geminati secondo (100). Si possono distinguere in due tipi. Il primo è rappresentato da *termini augitici normali*, incolori, con angolo di estinzione $\hat{c} \gamma = 49^\circ$ e $2V_a = 51^\circ-52^\circ$, assai costante (determinato con misure dirette su parecchi cristalli). Questi pirossemi sono spesso slabbrati e associati a chiazze di anfibolo e di biotite.

Il secondo corrisponde ad un *termine probabilmente diopsidico*, pure incolore, che possiede, oltre alle tracce di sfaldatura prismatica (come il tipo precedente), anche una fitta suddivisione (001), e presenta un angolo di estinzione $\hat{c} \gamma = 45^\circ$. Questi elementi sono meno abbondanti dei precedenti, hanno forma più regolare e non sono generalmente associati ad anfibolo.

2) *Anfiboli*. Formano chiazze quasi sempre associate a pirosseno del primo tipo, e appaiono concresciuti o, più frequentemente, accresciuti irregolarmente attorno a relitti di augite. Gli accrescimenti sono spesso di tipo omoassiale.

Si nota in essi un evidente pleocroismo con colori bruni pallidi per α , verde-bruni per β e verdi brillanti per γ (assorbimento $\gamma \geq \beta > \alpha$). L'angolo di estinzione $c \hat{\gamma}$ è di 18°-19°. L'angolo degli assi ottici oscilla tra 67° e 72° (69° come media di parecchie determinazioni dirette al T.U.). Si tratta quindi probabilmente di *orneblenda comune*. In alcuni individui si osservano colori verde-azzurri per γ , $c \hat{\gamma} = 20^\circ$ e birifrangenza positiva. Corrispondono forse a termini leggermente alcalini (pargasitici?).

I rapporti fra l'anfibolo e il pirosseno fanno ritenere che il primo sia almeno in buona parte un prodotto di trasformazione del secondo.

3) *Biotite*, intensamente pleocroica sui toni bruni scuri. Forma lamine di dimensioni relativamente grandi, soprattutto nella facies a tendenza porfirica (6). E' sempre slabbrata (più ancora del pirosseno e dell'anfibolo) e molto cribrosa, includendo frequentemente brandelli degli altri minerali femici ed anche plaghe, non sempre piccole, di tutti gli altri elementi, compreso il quarzo ed escluso, pare, solo l'ortoclasio. Si trova spesso a formare bordi sinantetici attorno a granuli di magnetite. E' trasformata parzialmente in epidoto ferrifero e in clorite (clinocloro e pennina). Si trovano inoltre abbastanza frequentemente, sia nella biotite che nella clorite (più raramente nell'anfibolo), degli aloni bruni pleocroici molto sviluppati, rivelanti la presenza di minerali radioattivi (xenotimi?).

Gli accessori più frequenti sono ossidi di ferro, apatite, zirconio e titanite. Prevale nettamente la *magnetite*, che si presenta spesso in granuli e in nidi granulari, attorno ai quali è facile trovare, come si è già detto, la biotite.

(6) Esiste anche una monzonite chiamata, nella letteratura, «biotitica», perchè sulle superfici dei campioni di questa roccia si osservano biotiti piuttosto sviluppate. Tale fenomeno si nota quando la roccia tende a rompersi prevalentemente in corrispondenza delle lamine di biotite. Si trovano affioramenti di questo tipo di monzonite sul versante settentrionale della Malgola.

VERSANTE NORD-OCCIDENTALE DELLA MALGOLA



Quaternario



Monzoniti (in prevalenza)



Vulcaniti triassiche

Essa forma anche fasce microgranulari finissime al limite tra pirosseno e anfibolo, le quali rappresentano probabilmente un bordo di reazione. L'*apatite* è pure assai abbondante in parecchi punti della roccia e si presenta in cristalli abbastanza regolari. La *titanite* è frequente nelle facies vicine al contatto con le rocce sedimentarie.

Vulcanite triassica.

Alla base del versante nord-occidentale della Malgola e in altri due o tre punti sul versante settentrionale, affiora una roccia, che in base ad un esame accurato si riesce a riconoscere come appartenente al complesso effusivo e subvulcanico porfirítico della regione dolomitica, di età ladinico-carnica, e in particolare all'edificio vulcanico che ha per centro pressappoco il M. Mulat e che, secondo P. LEONARDI (1959), si può approssimativamente datare nel carnico inferiore.

L'affioramento più importante è quello dell'angolo nord-ovest della Malgola. Si tratta di un lembo di vulcanite affiorante su di un fronte di 100 m circa e semicircondato da monzonite. Il limite tra queste due rocce è ben visibile al bordo meridionale della vulcanite. A nord invece i rapporti tra le due rocce non sono controllabili per la presenza di un piccolo cuneo granosienitico e di milonite.

E' difficile stabilire se si tratta di una vulcanite lavica o di una subvulcanite. I rapporti stratigrafici con le rocce sedimentarie farebbero pensare a una roccia subvulcanica, ma la quota geologica a cui essa si trova non è originaria, in quanto risulta sprofondata a causa di fenomeni vulcanotettonici. Questo problema verrà affrontato ampiamente nel prossimo lavoro sulla Malgola. E' comunque certo che la roccia dell'angolo nord-occidentale fa capo al vulcanesimo del Trias medio.

L'aspetto macroscopico è quello delle rocce porfirítiche ladino-carniche solo in pochi punti dell'affioramento.

In essi il colore è nerastro o marron scuro con sfumature verso il rosso mattone dove la roccia ha subito azioni diastrofiche o alterazioni secondarie. Si nota una struttura porfirica per la presenza di fenocristalli chiari (plagioclasti) e scuri (pirosseni). La grana è più fine di quella media delle porfiriti triassiche.

Negli altri punti invece il colore è grigio-verdognolo o leggermente roseo, e non si osserva nessun accenno a carattere porfirico.

TABELLA 1

Analisi chimiche (E. SOMMAVILLA)		Formule « Niggli »					Base		Norma				
A ₁ (1)	B ₁ (2)	A ₁ (1)	B ₁ (2)	« porfiriti » (3) M. Mulat	tipo dior. monzon. (4)	A ₁ (1)	B ₁ (2)	A ₁ (1)	B ₁ (2)				
monzo- nite	latite	monzo- nite	latite			monzo- nite	latite	monzo- nite	latite				
SiO ₂	51,70	52,64	si	132,2	150,9	142,0	135,0	Q	31,7	33	Q	—	2,3
Al ₂ O ₃	18,24	17,83	al	27,48	30,1	24,5	27,0	Kp	10,8	11,5	Or	18,8	19,1
Fe ₂ O ₃	3,20	6,24	fm	41,42	34,68	39,0	38,0	Ne	14,8	21,17	Ab	24,7	35,27
FeO	5,84	3,96	e	19,4	18,85	24,0	21,5	Cal	17,3	13,8	An	28,8	23,0
MnO	0,13	0,19	alk	11,71	16,33	12,5	13,0	Cs	1,77	1,8	Wo	2,37	2,4
MgO	5,91	2,64	k	0,42	0,35	0,49	0,4	Fs	3,37	6,7	Hy	7,1	2,3
CaO	7,08	6,14	mg	0,55	0,32	0,43	0,5	Fo	12,2	5,6	En	9,6	7,5
Na ₂ O	2,74	3,80						Fa	7,0	5,0	Fo	5,0	—
K ₂ O	3,08	3,16						Ru	0,78	0,57	Cp	0,28	0,86
TiO ₂	1,12	0,81						Cp	0,28	0,86	Mt	3,37	6,7
P ₂ O ₅	0,16	0,44									Ru	0,78	0,57
H ₂ O+	1,02	1,37											
H ₂ O-	0,28	0,36											
	100,42	99,58											

ANALISI MODALI

	quarzo	K-feldispato	plagioclasti	biotite	anfibioli	pirosseni	accessori e secondari
Monzonite normale poco quarzifera (A ₁) (1)	2,37	21,43	45,84	8,57	11,87	4,22	6,26
Monzonite a tendenza porfirica (A ₂) (5)	5,48	11,06	42,53	18,17	11,9	8,83	3,09
			(macroliti 8,77 microliti 33,76)				
Latite (B ₁) (2)	5,6	29,9	41,1	9,5	2,4	1,9	9,6
			(16 25,1)				(prev. ma- gnetite)

(1) A₁ = Monzonite media, poco quarzifera, della Malgola.

(2) B₁ = Vulcanite campionata all'angolo nord-occidentale della Malgola, in un punto intermedio tra la monzonite (a Sud) e il punto in cui la roccia vulcanica presenta anche macroscopicamente caratteri porfirici (efr. B₂ nella tabella n. 2B).

(3) Analisi Dittrich e Haak.

(4) Tipo magmatico « Niggli ».

(5) A₂ = Monzonite con debole carattere porfirico, abbastanza diffusa nella parte bassa del versante occidentale e settentrionale della Malgola.



Fig. 1. — Monzonite a tendenza porfirica del versante settentrionale della Malgola. Al centro, individuo plagioclasico con nucleo molto calcico (quasi anortitico), fratturato e corrosivo. Ingr. 75 \times , Nicols +.

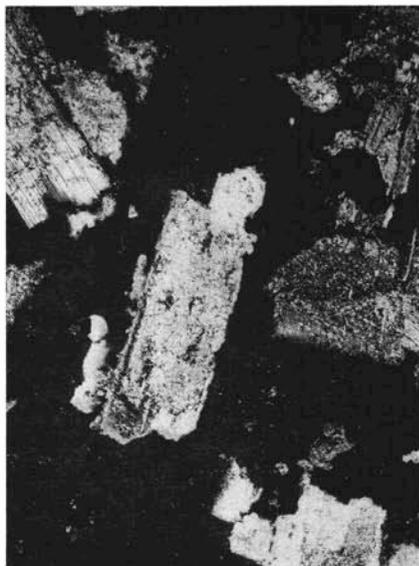


Fig. 2. — Monzonite della base nord-occidentale della Malgola, ad un metro di distanza dalla latite. Plagioclasii fortemente corrosi dall'ortoclasio (plaghe seure). Ingr. 75 \times , Nicols +.

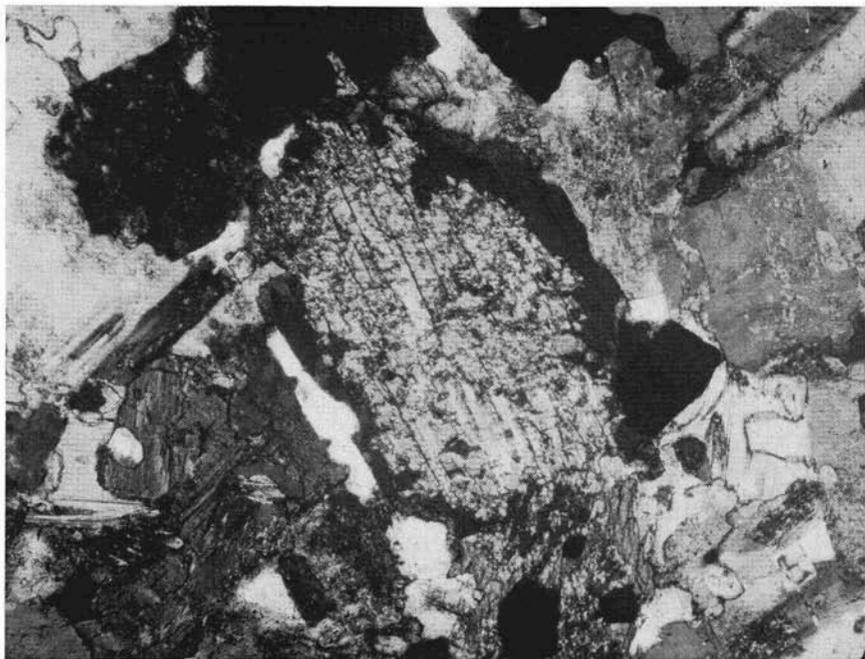


Fig. 3. — Monzonite della base nord-occidentale della Malgola, a 20 metri dalla latite. Al centro, pirosseno (chiaro) con bordo anfibolico (scuro) e con lamelle biotitiche sinantetiche attorno a granuli di magnetite (chiare a destra). Ingr. 75 \times , Nicols +.
(Fotogr. S. BORSETTI)



Fig. 4. — Latite della base nord-occidentale della Malgola con fenoeristallo plagioclasico fratturato, fittamente zonato e con nucleo anortitico. Ingr. 75 \times , Nicols +.

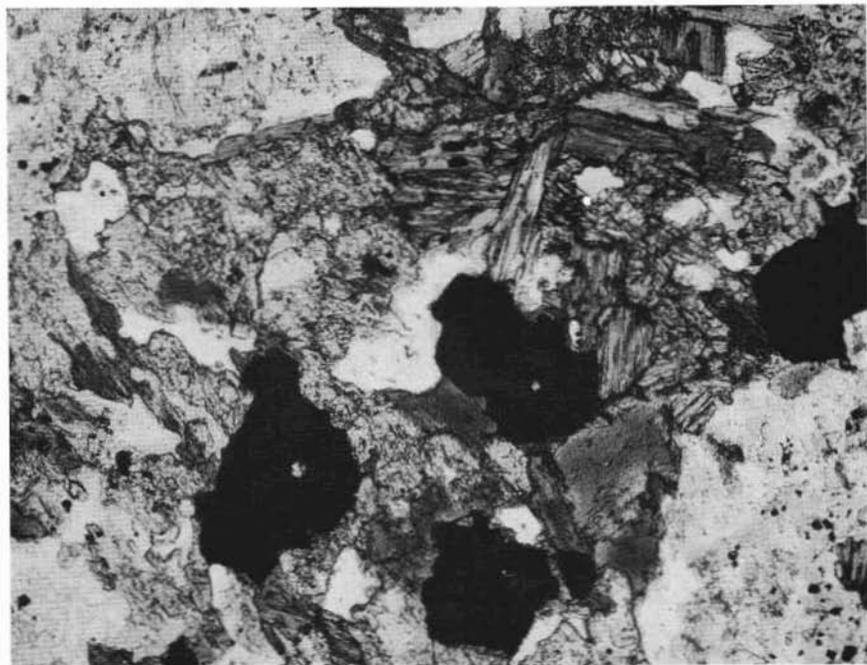


Fig. 5. — Latite della base nord-occidentale della Malgola, con massa di fondo ricristallizzata, in cui compaiono biotite, feldispato potassico e quarzo. Ingr. 75 \times , Nicols +.
(Fotogr. S. BORSETTI)

Anche macroscopicamente si può notare che la diminuzione dei caratteri porfirici è dovuta alla presenza di piccole chiazze bianche o rossee, distribuite irregolarmente nella roccia e sostituenti la massa di fondo dell'originaria struttura porfirica. Questi minerali chiari occupano anche sottili vene soprattutto in prossimità della monzonite.

E' importante notare che il carattere olocristallino è graduale ed è funzione della vicinanza della monzonite.

La roccia, nel punto in cui l'aspetto vulcanitico è più evidente, rivela al microscopio una struttura glomeroporfirica con fondo microcristallino, nel quale si notano plaghe a tessitura leggermente fluidale per un certo isoorientamento dei feldispati di II^a generazione. Si osserva inoltre un carattere ofitico per l'idiomorfismo dei plagioclasti rispetto ai pirosseni.

I fenocristalli sono rappresentati da plagioclasti e da pirosseno, al quale è associato sempre l'anfibolo e talvolta la biotite.

I *plagioclasti* sono spesso raggruppati in nidi, presentano contorni poco regolari e zonature fittissime, spesso ricorrenti. Le geminazioni più frequenti seguono le leggi dell'« albite-Karlsbad » e dell'« albite », associate talvolta a quella del « pericline ».

Possiedono un nucleo molto calcico, fratturato (protoelastico?), di composizione bitownitica con punte massime anortitiche come nei plagioclasti del I° tipo della monzonite, dai quali si distinguono perchè i contorni del nucleo non sono corrosi, ma solo leggermente arrotondati.

Il nucleo è spesso meno alterato delle zone periferiche. Talvolta tra queste e il nucleo si interpone una sottile fascia con fittissime zonature ricorrenti di composizione media leggermente meno calcica di quella nucleare.

Il passaggio alle zone periferiche avviene con un salto di composizione relativamente piccolo (5% in media).

Queste infatti hanno una composizione labradoritico-bitownitica. Sono molto fittamente zonate e spesso alterate (in prodotti di tipo argilloso e in sericite) più sensibilmente del nucleo e del bordo esterno.

Quest'ultimo ha composizione oligoclasico-andesinica, ed il passaggio ad esso dalle zone interne è brusco con salto notevole. I caratteri ottici di questi plagioclasti sono riportati accanto a quelli della monzonite nella tabella 2. Risultano molto vicini a quelli misurati, a scopo di confronto, su sezioni di roccia sicuramente lavica o subvulcanica campionata a nord-ovest di Predazzo. Ciò conferma l'origine vulcanica-triassica di questa roccia.

TABELLA 2 A. - *Composizione mineralogica della facies monzonitica a tendenza porfirica dell'angolo nord-occidentale della Malgola.*

A⁽¹⁾ MONZONITE

Plagioclasì

I° tipo

1) Nucleo (plagioclasio relitto):

— geminato « Karlsbad » a ₁ , ang. di estinz. ε misurato col metodo delle zone (sull' indiv. 2 visto nella dir. [100] dell' ind. 1)			= 31°	≡ 90% An
— geminato « albite-Karlsbad » a ₂ in zona 1 a (010)	I° 30°	II° 45°		≡ 86% An
— cristallo a ₂ , α'∧[100] in sezione (010)			= 35°	≡ 83% An
— geminato « albite-Karlsbad » a ₄	I° 23°	II° 42°		≡ 78% An
— cristallo a ₅ , α'∧[100] in sezione (010)			= 35,5°	≡ 85% An

2) Eventuale sottile bordo del nucleo:

— geminato a ₁ , ε misurato col metodo delle zone			= 27°	≡ 81% An
— cristallo a ₂ , α'∧[100] in sezione (010)			= 30°	≡ 72% An
— cristallo a ₅ , α'∧[100] in sezione (010)			= 29,8°	≡ 70% An

3) Periferia (plagioclasio inglobante), generalmente poco zonata:

— geminato a ₁ , parte interna, ε misurato col metodo delle zone			= 16°	≡ 52% An
— cristallo a ₂ , parte interna, α'∧[100] in sezione (010)			= 13°	≡ 45% An
			(2V _γ = 80°)	
— cristallo a ₂ , parte intermedia, α'∧[100] in sezione (010)			= 5°	≡ 35% An
— geminato a ₁ , margine, ε misurato col metodo delle zone			= 13°	≡ 47% An
— cristallo a ₂ , margine, α'∧[100] in sezione (010)			= 0°	≡ 27% An
— cristallo a ₅ , parte interna, α'∧[100] in sezione (010)			= 12,3°	≡ 42% An
— cristallo a ₅ , 2 zone intermedie con corrosione tra l'una e l'altra α'∧[100]			= 10,2°	≡ 40% An
— cristallo a ₅ , margine, α'∧[100] in sezione (010)			= 7,9°	≡ 38% An
			= -3,2°	≡ 23% An

II° tipo

— geminato « albite-Karlsbad » zonato:	centro	I° 22°	II° 33°	} ≡ 65 — 66% An	
	periferia	I° 15°	II° 24°		≡ 48% An
	margine	I° 3°	II° 15°		≡ 35% An
— geminati « albite-Karlsbad » quasi omogenei		I° 15°	II° 31°	} ≡ 57 — 58% An	
		I° 9°	II° 23°		

III° tipo

— geminato « albite-Karlsbad » zonato:	centro	I° 22°	II° 26°	} ≡ 56% An	
	periferia	I° 12°	II° 18°		≡ 38% An
	margine	I° 6°	II° 10°		≡ 28% An
— cristallo poco zonato: ε misurato col metodo delle zone:	centro			= 18° ≡ 57% An	
	periferia			= 16° ≡ 52% An	
— geminato « albite-Karlsbad » quasi omogeneo:		I° 17°	II° 29°	≡ 54% An	
— geminato « albite-Karlsbad » quasi omogeneo:		I° 29°	II° 16°	≡ 54% An	

IV° tipo

— geminato « albite-Karlsbad »		I° 23°	II° 15°	≡ 45% An
--------------------------------	--	--------	---------	----------

Piroseni

a) associati ad anfibolo:

c∧γ = 49°

2Vα (da parecchie misure dirette) = 51°-52° (costante)

b) non associati ad anfibolo e con fitta suddivisione (001):

c∧γ = 45°

Anfiboli

Pleocroismo: n_α = bruno chiaro, n_β = verde bruno, n_γ = verde brillante

c∧γ = 18° circa

2Vα (misure dirette) = 67°-72° (69° come media di 5 determinazioni con emergenza nei due assi).

(¹) A = monzonite della Malgola con particolare riguardo, specialmente per quanto concerne i plagioclasì, alla facies con caratteri porfiroidi (cfr. tabella n. 1 A₂).

TABELLA 2 B. - *Composizione mineralogica della latite dell'angolo nord-occidentale della Malgola.*

B₂ ⁽²⁾ LATITE

Plagioclasì

1) Nucleo

— geminato « albite-Karlsbad » b ₁ ,	I° 24,5°	II° 53,5°	≡ 93% An
— geminato « albite-Karlsbad » b ₂ ,	I° 39°	II° 30°	≡ 78% An
	(media di triplice oscillazione normale)		
— cristallo b ₃ , 2V _α = 83°			≡ 80% An
α∧α = 32,5° - 33°			≡ 82% An
β∧β = 55°			≡ 85% An
γ∧γ = 44°			≡ 81% An
— cristallo b ₄ , α'∧[100] in sezione (010) = 33°			≡ 70% An (b. t.)
— geminato « albite-Karlsbad » b ₅ ,	I° 30°	II° 40°	≡ 78% An
— geminato « albite-Karlsbad » b ₆	I° 39,5°	II° 27°	≡ 78% An

2) Eventuale sottile bordo, fittamente zonato, del nucleo

— cristallo b ₇ , α'∧[100] in sezione (010) = 32°			≡ 68% An
--	--	--	----------

3) Zone periferiche fittamente zonate

— geminato « albite-Karlsbad » b ₈	I° 28°	II° 39°	≡ 77% An
— geminato « albite-Karlsbad » b ₁	I° 7°	II° 34,5°	≡ 72% An
— geminato « albite-Karlsbad » b ₉ , parte interna	I° 15°	II° 37°	≡ 67% An
— cristallo b ₄ , α'∧[100] in sezione (010), parte interna = 30°			≡ 65% An (a. t.)
— geminato « albite-Karlsbad » b ₆ , parte esterna	I° 23°	II° 30°	≡ 62% An

4) Bordo

— geminato « albite-Karlsbad » b ₁	I° 15°	II° 10°	≡ 35% An
— geminato « albite-Karlsbad » b ₆	I° 13°	II° 7°	≡ 32% An
— cristallo b ₈ , determinazione con il metodo Reinhard			≡ 39% An (b. t.)
— geminato « albite-Karlsbad » b ₅	I° 8°	II° 17°	≡ 34% An

Piroseni

a) associati ad anfibolo

c∧γ = 47° circa

2 Vα = 52°-53° nei cristalli non zonati, da 51° (nucleo) a 57° (periferia) nei cristalli zonati

b) pseudomorfofosi anfiboliche ?

Anfiboli

Pleocroismo come nella monzonite

c∧γ = 16° circa

2 Vα (media di alcune misure dirette) = 69°-70°.

(²) B₂ = vulcanite campionata all'angolo nord-occidentale della Malgola, a 90 m circa dal limite meridionale con la monzonite (presenta anche macroscopicamente caratteri porfirici).

I *pirosseni*, xenomorfi rispetto ai plagioclasti, sono sempre associati ad anfibolo e spesso appaiono ridotti a piccole chiazze localizzate al centro di aggregati anfibolici, dai quali sono generalmente separati da una fascia con finissimi granuli di ossido di ferro.

Questa associazione e il fenomeno del bordo di reazione ad ossidi di ferro sono identici a quelli riscontrati nella monzonite.

Si presentano frequentemente geminati e zonati.

Il $2V\alpha$, misurato direttamente (e corretto per differenza dell'indice del liquido) su parecchi cristalli, varia da 51° per i nuclei a $57^\circ-58^\circ$ per la periferia nei cristalli zonati e si aggira tra 52° e 54° nei cristalli privi di zonatura.

L'angolo di estinzione $c\hat{\gamma}$ è prossimo a 46° .

Gli *anfiboli* sono presenti anzitutto, come si è già detto, sotto forma di plaghe accresciute attorno a relitti di pirosseno; talvolta la sostituzione è quasi completa. Si trovano anche delle plaghe, costituite da un aggregato di anfiboli disposti a feltro, le quali in base alla forma si possono considerare delle pseudomorfose su pirosseno.

Si trovano cristalli di anfibolo anche nella massa di fondo ed entro vene, associati a biotite. Hanno l'aspetto di minerali di neoformazione.

Sia le plaghe associate ai pirosseni, sia i cristalli minori presentano i caratteri dell'*orneblenda comune* (pleocroismo bruno chiaro per α , verde marcio per β e verde brillante per γ ; $c\hat{\gamma} = 16^\circ$; $2V\alpha = 69^\circ-70^\circ$). In una sezione gli anfiboli degli aggregati a feltro presentano tinte sensibilmente più pallide. Si potrebbe trattare di attinoto.

La percentuale della *biotite* varia sensibilmente da punto a punto. Talvolta è presente solo ai bordi di qualche plaga anfibolica, talaltra è piuttosto abbondante nella massa di fondo sotto forma di lamelle microlitiche indipendenti o associate a cristallini di anfibolo. Forma qua e là, come nella monzonite, bordi sinantetici attorno a granuli di magnetite. Anche la biotite è un minerale di neoformazione.

Nella massa di fondo si hanno molti microliti plagioclastici, cristalli di anfibolo, lamelline di biotite e quantità molto piccole (variabili da punto a punto e maggiori dove è più abbondante la biotite) di K-feldspato e quarzo in cristallini localizzati in plaghe o sottili vene. Gli ossidi di ferro (prevalentemente magnetite) sono abbondanti anche nella massa di fondo, oltre che essere presenti, come si è detto, in associazione sinantetica con la biotite e come bordo di reazione tra il pirosseno e l'anfibolo.

I principali prodotti secondari sono clorite ed epidoto, associati generalmente alla biotite.

Osservazioni conclusive.

Dalle analisi delle vulcaniti triassiche riportate dai vecchi autori (ROMBERG 1904 e LEITMEIER 1941) e da quelle più recenti di E. BIANCHI (1953), D. ROSSI (1955) e A. VENTURINI (SACERDOTI M. - SOMMAVILLA E., 1962) era già nota la tendenza prevalentemente potassica (eccezionalmente sodica) delle lave e dei filoni della regione dolomitica (SACERDOTI M. - SOMMAVILLA E., *ibid.*).

Recentemente G. SIMBOLI (1966) ha messo in evidenza il chimismo mediterraneo delle vulcaniti affioranti a nord-nordovest di Predazzo, che appartengono al gruppo latitico e potrebbero costituire (cfr. Joplin 1965) una serie di differenziazione di un magma « shoshonitico ».

Sulla base di questi dati G. SIMBOLI fa notare che esiste un rapporto di affinità chimica tra le rocce vulcaniche da lui analizzate e quelle intrusive monzonitiche. Da qui trae motivo per riproporre l'ipotesi della coevità tra le due serie eruttive: la vulcanico-filoniana sicuramente triassica e l'intrusiva di età non definibile direttamente e ritenuta dopo il 1920 circa, da tutti gli autori (escluso P. LEONARDI, 1959, 1965), di età alpidica.

Dai dati sul chimismo delle rocce campionate a sud-est di Predazzo (cfr. tabella 1) si può ricavare che anche la vulcanite affiorante alla base nord-occidentale della Malgola è una latite e che il magma corrispondente è praticamente identico a quello medio della monzonite vicina.

Il dubbio che l'alcalinità sia dovuta alla vicinanza della monzonite è stato tolto in base ad alcune determinazioni della percentuale in peso di Na_2O e di K_2O , eseguite su campioni di vulcanite raccolti a distanze progressive dalla roccia intrusiva: le proporzioni degli alcali sono indipendenti da tale distanza (⁷).

Le analisi modali rivelano un'identica percentuale di plagioclasti (molto vicina alla percentuale che si riscontra in tutte le monzoniti della Malgola) e una quantità di quarzo eguale a quella della facies a tendenza porfirica (e di molti altri tipi monzonitici della stessa zona).

Il K-feldspato e la biotite nella latite e nella monzonite stanno approssimativamente fra di loro in proporzione inversa (fenomeno che

(⁷) Anche di questo argomento si tratterà più diffusamente nel prossimo lavoro.

si riscontra comunemente nelle analisi modali delle monzoniti). Nella latite si ha una minor quantità di silicati ferromagnesiaci, però in compenso vi è una maggior quantità di ossidi di ferro.

Se si confronta la monzonite a tendenza porfirica (che differisce dalla normale praticamente solo per la struttura) con la latite a massima distanza dalla monzonite, si nota che buona parte della composizione mineralogica, la paragenesi, i caratteri ottici dei singoli minerali e i fenomeni di trasformazione subiti da essi, sono simili nelle due rocce in modo sorprendente, come si può dedurre dalle descrizioni petrografiche e dai dati della tabella 2.

La diversità principale è data dalla difficoltà di riconoscere al microscopio il K-feldspato della vulcanite nei punti più lontani dalla monzonite. Nel lavoro sulla Malgola più volte preannunciato si illustrerà dettagliatamente il passaggio da questa facies a quella presentata dalla vulcanite presso il contatto con la monzonite. Posso fin da ora però affermare che il K-feldspato compare gradualmente man mano che ci si avvicina a tale contatto, senza che aumenti la percentuale di K_2O . Già nella roccia (B_1), di cui è riportata l'analisi chimica e modale nella tabella 1, si ha una percentuale del K-feldspato (ortoclasio identico a quello delle monzoniti) addirittura superiore a quella normale nelle monzoniti. Risulta ovvio che la vicinanza della monzonite ha causato la ricristallizzazione dell'ortose dalla massa di fondo della roccia porfirica. Questa tesi è senz'altro accettabile dopo la scoperta (SIMBOLI G. 1966) della presenza, nelle vulcaniti della zona a nord-ovest di Predazzo, di K-feldspato riconoscibile al microscopio solo dopo colorazione con cobaltinitrito.

Per quanto riguarda i plagioclasii, si deve osservare che i loro nuclei nella latite sono identici come composizione a quelli del I tipo della monzonite. Anche la media delle composizioni della parte circostante al nucleo è probabilmente simile in questi due gruppi di plagioclasii. Vi sono però delle diversità evidenti nel processo di cristallizzazione di essi nei due casi, diversità ancora più sensibili, se si tien conto della presenza, nella monzonite, di altri due tipi di plagioclasii.

E' evidente in conclusione che l'associazione mineralogica dovuta alla cristallizzazione intratellurica della porfirite è identica a quella dei minerali della monzonite che compaiono nella roccia sotto forma di relitto (nuclei plagioclasici e plaghe augitiche risparmiate dal processo di anfibilizzazione e biotitizzazione). Nella monzonite il residuo mag-

matico rimasto alla fine di questa prima fase di cristallizzazione ha potuto, date le condizioni intratelluriche, intaccare i minerali di prima segregazione; nel caso della porfirite ciò non è avvenuto per le condizioni effusive o subvulcaniche che hanno determinato una rapida cristallizzazione.

I fenomeni di trasformazione dei primi minerali segregati nella monzonite si riscontrano in buona parte anche nella vulcanite dell'angolo nord-ovest della Malgola in rapporto alla vicinanza del magma monzonitico che ha determinato la ricristallizzazione della massa di fondo.

Concludo affermando l'identità tra la fase intratellurica delle vulcaniti e la prima fase della genesi della monzonite. Per quanto riguarda invece la messa in posto, il problema verrà affrontato in un prossimo lavoro, sulla base anche di osservazioni geologiche, vulcanotettoniche e dello studio del contatto tra le due rocce.

Posso preannunciare che vi sono prove dimostranti chiaramente la posteriorità della messa in posto della monzonite rispetto a quella della latite, ma vi sono parecchi elementi a favore di una successione assai vicina nel tempo e quindi a favore dell'età triassica della monzonite.

Tale risultato è in accordo con quello dello studio di G. SIMBOLI già citato (1966) e con le determinazioni dell'età assoluta delle rocce di Predazzo eseguite da S. BORSI e G. FERRARA e riferite in questo stesso Congresso della S.M.I. Il valore di queste conclusioni è aumentato dal fatto che esse sono il frutto di studi portati a termine in modo completamente indipendente da tre Scuole diverse.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BECKE F., 1882 - *Glaseinschlüsse in Kontaktmineralien von Canzoccoli bei Predazzo*. Tschermak's miner. Mitteilungen, V, Vienna.
- (2) BIANCHI E., 1953 - *Le formazioni eruttive del Buffaure*. Mem. Museo Civico St. Nat. Verona, vol. IV, p. 35-74, Verona.
- (3) BLAAS J., 1902 - *Geologischer Führer durch die Tiroler und Voralberger Alpen*. Heft. 5, Wagner'sche Univ. Buchhandlung, Innsbruck.
- (4) BRÖGGER W. C., 1895 - *Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol*. Videnskabselskabets Skrifter, I matematisk naturvv. Kl. N° 7, Kristiania.

- (5) CALLEGARI E., 1963 - *La Cima Uzza (Adamello sudorientale). Parte II.* Mem. Ist. Geol. e Miner. Univ. Padova, vol. XXIV, Padova.
- (6) DOELTER C., 1875 - *Der geologische Bau, die Gesteine und Mineralfundstätten des Monzonigebirges in Tirol.* Jahrbuch der Geolog. Reichsanstalt, Bd. XXV, p. 207, Vienna.
- (7) DOELTER C., 1876 - *Ueber die Eruptivgesteine von Fleims und Fassa.* Sitz. Berichte d. K. Akademie d. Wissensch., Nat. Math. Kl., LXXIV, Vienna.
- (8) DOELTER C., 1902-1903 - *Der Monzoni und seine Gesteine I e II.* Sitz. Berichte d. K. Akademie d. Wissensch., Nat. Math. Kl. CXI e CXII, Vienna.
- (9) DOELTER C., 1903 - *Zur Altersfrage der Eruptivgesteine von Predazzo.* Verh. Geol. K. Akademie, Vienna.
- (10) DOELTER C., LEITMEIER H., 1918 - *Neue Untersuchungen in Monzonigebiet.* Sitz. Berichte d. Akademie d. Wissensch., Nat. Math. Kl., CXXVII, Vienna.
- (11) HOERNES R., 1912 - *Zur Geologie von Predazzo.* Sitz. Berichte d. K. Akademie d. Wissensch., Nat. Math. Kl., Bd. CXXI, Vienna.
- (12) HUBER v. O., 1899 - *Beitrag zur Kenntnis der Eruptivgesteine von Predazzo und des Monzoni.* Zeitschr. d. d. Geol. Ges.
- (13) LEITMEIER H., 1940-41 - *Aus Predazzo.* Mineral. u. petrograph. Mittheilungen, Bd. LII, Heft 4-5, Lipsia.
- (14) LEITMEIER H., 1944 - *Die beiden Quarzmonzoniten.* Neues Jahrbuch f. Mineral etc., Monatshefte, Abt. A, Heft 11-12, p. 261-274.
- (15) LEONARDI P., 1959 - *Note preliminari sulla vulcanotettonica del centro eruttivo di Predazzo nelle Dolomiti.* Atti Ist. Ven. SS. LI. AA., A. 1958-59, Tomo CXVII, Cl. Sc. mat. e nat., Venezia.
- (16) LEONARDI P., 1965 - *Tettonica e tetto-genesi delle Dolomiti.* Atti Acc. Naz. Lincei, Anno CCCLXII, Serie VIII, vol. VII, sez. II, f. 3.
- (17) OGILVIE-GORDON M., 1902-1903 - *The geological structure of Monzoni and Fassa.* Transact. of the Edimburg Geol. Soc., VIII, Edimburgo.
- (18) OGILVIE-GORDON M., 1927 - *Das Groden-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten.* Abhandl. der Geol. Bundesanstalt, Bd. XXIV, Heft 1, Vienna.
- (19) PENCK W., 1911 - *Der Geologische Bau des Gebirges von Predazzo.* N. Jahrbuch f. Miner. eec., Br. XXXII, Stoccarda.
- (20) PENCK W., 1912 - *Studien im Eruptivgebiet von Predazzo.* Mitt. Geol. Ges., vol. V, Wien.
- (21) PHILIPP H., 1903-1904 - *Neue untersuchungen über Trias und Eruptivgesteine von Predazzo (Südtirol).* Nat. Med. Ver. Heidelberg, N. F.
- (22) PHILIPP H., 1904 - *Palaeontologische-geologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Predazzo.* Zeitschr. d. d. Geol. Ges., Berlino.
- (23) RICHTHOFEN v. F., 1860 - *Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, S. Cassian etc.* Gotha.
- (24) ROMBERG J., 1902-1903 - *Geologische-petrographische Studien in den Gebieten von Predazzo und Monzoni.* Sitz. Berichte d. K. Pr. Akad. d. Wissensch., physic.-math. Kl. I, II e III, Berlino.
- (25) ROMBERG J., 1904 - *Ueber die Alterbeziehungen der Eruptivgesteine im Fassa- und Fleimsthal.* Separat-Abdruck aus den Verhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanstalt, n. 18, Vienna.

- (26) ROMBERG J., 1904 - *Ueber die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine in den Gebieten von Predazzo und Monzoni*. Anhang zu den Abhandl. d. preuss. Akad. d. Wiss., Berlino.
- (27) ROSSI D., 1955 - *Studio geologico-petrografico sulla regione Catinaccio-Val Duron (Dolomiti Occidentali)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, vol. VI, Pavia.
- (28) ROSSI D., 1962 - *Geologia della parte meridionale del Gruppo della Marmolada*. Mem. Museo St. Nat. Venezia Trid., vol. XII, f. 1, Trento.
- (29) SACERDOTI M., SOMMAVILLA E., 1962 - *Pillowlave, ialoclastiti e altre formazioni vulcanoclastiche nella Regione Dolomitica occidentale*. Studi Trent. Sc. Nat., Anno XXXIX, n. 3, Trento.
- (30) SALOMON W., 1897 - *Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen*. Tschermaks Miner. u. Petrogr. Mittheilungen, Bd. XVII, Cap. IV, pag. 233-241, Vienna.
- (31) SIMBOLI G., 1966 - *Ricerche petrochimiche e considerazioni petrologiche sulle formazioni vulcaniche triassiche di Val Ciardonè (Predazzo)*. Min. et Petr. Acta, vol. 12, Bologna.
- (32) VARDABASSO S., 1922 - *Il problema geologico di Predazzo in un secolo di ricerche (con alcune osservazioni sull'origine e la distribuzione delle rocce eruttive in generale)*. Atti Acc. Scient. Veneto Istriana, vol. XII-XIII (Serie III), Padova.
- (33) VARDABASSO S., 1924 - *Risultati di nuove ricerche sopra il territorio eruttivo di Predazzo e Monzoni*. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 43, Roma.
- (34) VARDABASSO S., 1928 - *Escursioni geologiche attraverso le Dolomiti di Fiemme (Trentino)*. Ann. d. R. Scuola d'Ing. di Padova, a. IV.
- (35) VARDABASSO S., 1929 - *Rapporti fra attività magmatica e vicende tettoniche nella provincia petrografica di Predazzo*. Studi Trent. Sc. Nat., vol. XI, Trento.
- (36) VARDABASSO S., 1930 - *Carta geologica del territorio eruttivo in Predazzo e Monzoni*, scala 1:25.000 edita dall'Uff. Idr. Mag. Acque di Venezia, Padova.
- (37) VARDABASSO S., 1945 - *Lo stato attuale delle nostre conoscenze sulla provincia petrografica di Predazzo (a proposito di una recente pubblicazione di Leitmeier)*. Atti Ist. Ven. SS. LL. AA., A. acc., 1944-45, Tomo CIV, Parte II, Venezia.
- (38) VARDABASSO S., 1949 - *Sguardo alla geologia di Predazzo*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, vol. XVI, Padova.