

STUDI GEOLOGICO - PETROGRAFICI
SUL MASSICCIO DELL'ADAMELLO

MASSIMO FENOGLIO

STUDI
GEOLOGICO - PETROGRAFICI
SULLA VAL NAMBRONE
(MASSICCIO DELL'ADAMELLO)

Con una carta geologico - petrografica alla scala 1:25.000;
6 figure intercalate nel testo e una tavola.



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1938 - XVII

STUDI GEOLOGICI E PETROGRAFICI
NEL MUSEO DEL MUSEO

MEMORIE DELL'ISTITUTO

STUDI

GEOLOGICO E PETROGRAFICO

REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE

Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova - Vol. XIII



LIBRARY
UNIVERSITY OF PADUA
1887

INTRODUZIONE

Invitato dal prof. GIORGIO DAL PIAZ, Direttore della Sezione Geologica dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque di Venezia, a voler collaborare al rilevamento geologico-petrografico del massiccio dell'Adamello, di buon grado accettai tale onorifica offerta, poiché trattavasi di una zona a terreni prevalentemente eruttivi, dove l'opera del petrografo non solo poteva essere assai utile, ma direi quasi indispensabile.

Nell'estate 1937 - XV mi venne intanto affidato l'incarico del rilevamento geologico - petrografico dell'ampia e pittoresca Val Nambrone, tutta incisa nel grandioso massiccio intrusivo tonalitico dell'Adamello, rilevamento che poté essere eseguito con non lievi difficoltà, dato che si trattava di una zona piuttosto impervia ed inospitale. D'altra parte è indubbio che la Val Nambrone dal punto di vista geologico - petrografico si presentava ancora presso che inedita, poiché, dall'esame della cartina degli itinerari fatti da SALOMON per la compilazione della carta geologica del Gruppo dell'Adamello alla scala 1:75.000, emerge chiaro che la valle in parola fu una delle meno esplorate di tutta la zona dell'Adamello; ciò del resto è in perfetto accordo con i brevissimi cenni che si riscontrano nella grande Memoria « Die Adamello-gruppe » di SALOMON stesso (39).

Essendosi il rilevamento dettagliato rivelato fecondo di nuovi e importanti risultati per lo studio dell'intero plutonite, ormai preso d'assalto da una schiera di valorosi studiosi della Scuola geologica e mineralogico - petrografica patavina, il prof. GIORGIO DAL PIAZ, con alto senso scientifico, volle generosamente decidere che i rilevamenti fossero pubblicati nella stessa scala 1:25.000 in cui erano stati eseguiti in campagna, e ciò allo scopo che nessun dettaglio riguardante la complessa serie di fenomeni geo-

logico - petrografici osservati potesse essere omesso o in qualche modo sminuito. Evidentemente l'impegno assunto dal prof. DAL PIAZ di pubblicare i risultati del mio rilevamento in una carta in grande scala mi obbligava ad illustrarla adeguatamente con una Memoria geologico - petrografica che, armonizzando con la prima anche nei minimi particolari, potesse servire di base per lo studio delle zone adiacenti e portare un contributo notevole per la comprensione della genesi e della struttura dell'intero plutonite dell'Adamello. Si trattava invero di un lavoro poderoso, e non scevro di parecchie difficoltà d'indole varia, che ho potuto superare grazie agli aiuti e agli incoraggiamenti di Maestri, di colleghi, e dei miei collaboratori.

Mi è pertanto grato esprimere innanzi tutto pubblicamente i sentimenti della mia riconoscenza al prof. GIORGIO DAL PIAZ non solo per aver voluto affidarmi l'incarico del rilevamento della Val Nambrone, ma altresì per aver accolto nelle « Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova » da lui tanto autorevolmente dirette, il presente lavoro, e in fine per aver voluto sobbarcarsi alla non lieve spesa della pubblicazione della carta geologico-petrografica a colori annessa.

Un ringraziamento poi del tutto particolare devo all'amico carissimo e collega prof. GIAMBATTISTA DAL PIAZ che tanto affettuoso interesse ha dimostrato per le ricerche da me condotte sulla Val Nambrone, confinante con aree oggetto di suoi rilevamenti in corso.

Devo in fine ringraziare vivamente il prof. EDOARDO SANERO e il dott. MARIO FORNASERI, miei Assistenti, per aver voluto il primo accompagnarmi nelle escursioni e tutti e due per avermi validamente coadiuvato nella esecuzione della ricca serie di analisi chimiche che accompagnano le ricerche petrografiche condotte sull'abbondante materiale raccolto durante il rilevamento di campagna.

Istituto di Mineralogia e Petrografia della R. Università di Torino.

Ottobre 1938 - XVI.

CENNO TOPOGRAFICO-MORFOLOGICO

Principali vallate. — Il marcato solco vallivo del torrente Nambrone percorre da nord a sud sino a Malga Nambrone, e poi da nord a sud-est il territorio rappresentato nella carta geologico-petrografica annessa. Tale solco vallivo, tutto inciso nel grande massiccio intrusivo tonalitico dell'Adamello, corrisponde alla Valle del Sarca di Nambrone, e si estende dalle sorgenti del torrente omonimo, cioè dal Lago di Nambrone (2436 m.), sino poco a monte di Carisolo (q. 850 m. ca.) dove il Nambrone sfocia nel Sarca di Campiglio.

Le valli laterali, esse pure sempre intagliate nella tonalite, sono essenzialmente rappresentate dagli affluenti di destra, e precisamente dalla Valle d'Amola e dal vallone di Cornisello, diretti all'incirca ovest-est; quest'ultimo, a sua volta, ha per subaffluente il vallone Scarpacò, diretto nord-sud: tutti poi sfociano in livelli elevati rispetto al solco principale, dando luogo al fenomeno delle valli troncate.

Principali catene montuose. — Alla catena montuosa che, lungo il limite meridionale della carta, separa il bacino della Val Nambrone da quello della Val di Genova, appartengono, procedendo da sud verso nord-ovest, le seguenti vette: Cima Lancia (2317 m.), Monte Pedertic (2697 m.), Cima Quattro Cantoni (3024 m.), Monte Nero (3348 m.) e Cima Presanella (3556 m.).

Da cima Presanella, risalendo verso nord, si stende la catena montuosa che separa il bacino della Val Nambrone da quello della Val Vermiglio, con le vette: Cima d'Amola e Cima Scarpacò (3254 m.) e, continuando verso est, Cima Bon (2904 m.), Cima Giner (2955 m.), Monte Caldoni (2903 m.) e Cima Baselga (2799 m.).

In fine alla catena che fa da spartiacque fra la Val Nambrone e la Val di Nambino o Campiglio, appartengono, procedendo all'incirca da nord a sud, Monte Serodoli (2705 m.), Monte Nambrone (2623 m.) e Monte La Palla (2529 m.).

Tutte le catene in questione sono costituite da tonalite.

Ghiacciai e glaciazioni. — Poichè alcune vette del territorio della carta superano i 3000 m., così non mancano nei circhi più

elevati grandi ghiacciai (*) tra cui primeggia indubbiamente il ghiacciaio d'Amola rivolto a est-sud-est. Altro ghiacciaio di importanza non trascurabile è il ghiacciaio di Cornisello, anch'esso fluente verso est-sud-est. Avanzi di ghiacciaio di nevato di poca entità si trovano poi sparsi qua e là fra Cima Quattro Cantoni e Monte Pedertic.

Tracce di antiche glaciazioni appaiono evidentissime nella morfologia complessiva della regione studiata.

I ghiacciai principali erano: il ghiacciaio dei Quattro Cantoni fluente all'incirca verso est, che nei pressi del Rifugio SEGANTINI doveva unirsi al ghiacciaio d'Amola rivolto a est-sud-est; il ghiacciaio di Cornisello, press'a poco parallelo a quello d'Amola, sfociava direttamente in Val Nambrone.

Forme e conche di valloncelli a truogolo, valloni troncati, circhi, rocce a dorso di montone, e così via appartengono al complesso delle forme glaciali. Del resto la stessa Val Nambrone, in corrispondenza al Monte Ghirlo, costituisce un tipico esempio di valle sospesa, con ampia soglia arrotondata dai ghiacciai, incisa lateralmente, che rivela nell'insieme una schietta morfologia di modellamento glaciale.

Laghi. — La zona settentrionale dell'area da me rilevata è relativamente ricca di laghi alpini, che formarono oggetto di recenti ricerche da parte del MERCIAI (26). Basterà ricordare, procedendo da ovest ad est, il Lago Vedretta, il Lago Scarpacò, i Laghi di Cornisello, il Lago Nero e il Lago di Nambrone. A questi sono da aggiungere parecchi laghetti di circo, sparsi un po' dovunque nella parte alta della zona studiata.

L'origine dei laghi della Val Nambrone e delle valli affluenti si può ritenere unica, ed è glaciale.

QUATERNARIO

Terreni alluvionali. — Si tratta generalmente di alluvioni e di depositi terrigeni attuali e recenti di tenue spessore. Alluvioni antiche con segni manifesti di terrazzamento si notano solo nella bassa Val Nambrone a valle di Cavaipeda e a Pimonte.

(*) I ghiacciai di questa zona furono, pochi anni fa, oggetto di ricerche dettagliate, da parte del MERCIAI (25).

Depositi lacustri. — Furono osservati depositi lacustri recenti, ma di esigua entità nelle adiacenze dei Laghi di Cornisello.

Coni di deiezione, coni secchi e detrito di falda, frane e detrito a elementi grossolani, masse sciolte in blocco e allo stato incoerente, smottamenti. — Queste coltri detritiche, rappresentate sulla carta con quattro segni speciali, sono ben separabili nei singoli casi pur essendo legate da reciproci passaggi.

• **Coni di deiezione tipici,** ma di proporzioni assai modeste



Fig. 1 - Morena laterale del ghiacciaio d' Amola.

perché dovuti a non grandi rii, sono scaglionati lungo la media e bassa Val Nambrone.

Uno sguardo alla carta geologico-petrografica annessa mostra l'ampia distribuzione del materiale di frana (talvolta in blocchi di tonalite di dimensioni gigantesche) nella Valle d'Amola, nei valoni di Cornisello e Scarpacò, nell'alta Val Nambrone; fatto che non deve meravigliare in questa regione montuosa così notevolmente incisa. Né meno largamente rappresentati sono i detriti di falda, che sovente si frammischiano con materiali di frana, e talvolta anche con materiali di morena, in modo da rendere difficile una distinzione.

Morene. — E' sempre difficile, e talvolta puramente convenzionale, decidere dove sia il caso di indicare nella carta la presenza di detriti superficiali, e dove sia preferibile invece di segnare la tinta della roccia di fondo, per via della sottigliezza della

coltre detritica. Ciò vale soprattutto per il detrito di falda, però anche la rappresentazione della copertura morenica non è scevra di difficoltà. Comunque, partendo dal principio che la carta geologica deve essere l'espressione fedele di quanto il geologo nota agli affioramenti, ho scrupolosamente delimitato anche le coltri detritiche e moreniche più esigue.

I ghiacciai attuali, e specialmente quello d'Amola e di Cornisello, presentano spesso bellissime morene laterali (fig. 1) e frontali a forma di vallo.

Il morenico antico è rappresentato da lembi morenici sparsi qua e là nella Valle d'Amola, nei valloni di Cornisello e Scarpa-cò. All'imbocco poi della Val Nambrone il morenico raggiunge un'estensione ed una potenza veramente ragguardevoli. Intendiamo riferirci, sul versante sinistro, alla zona di Nagalù - Cavaipeda - Claemp, e, sul versante destro, alla zona che sta dirimpetto a Claemp. Evidentemente l'estensione e la potenza notevole del morenico nei pressi di Claemp trova plausibile spiegazione nel fatto che parte di questi materiali morenici provengono dai ghiacciai della Val di Campiglio (Nambino). Verosimilmente, come questo morenico (11,49), anche il nostro della Val Nambrone è in gran parte postwürmiano.

ROCCE IN POSTO

Nella Val Nambrone, come appare chiaramente dall'esame della carta geologico-petrografica annessa e dalla relativa leggenda, affiorano essenzialmente delle formazioni eruttive piuttosto complesse assolutamente predominanti, costituite prevalentemente da tonalite a facies varie e da poca diorite, attraversate da frequenti filoni, e una formazione scistoso-cristallina di importanza incomparabilmente minore, rappresentata da due piccoli lembi di micascisti e rocce di contatto.

Le facies tonalitiche riscontrate nella Val Nambrone sono: tonaliti acide, biotitiche, prive o povere di orneblenda; tonaliti biotitico - anfiboliche a tessitura parallela primaria, fluidale facenti passaggio a termini poveri di anfibolo; tonaliti biotitico - anfiboliche normali e tonaliti basiche più ricche di orneblenda.

Entro la massa principale tonalitica si notano poi con una certa frequenza inclusi femici, le cui dimensioni variano entro

limiti notevolmente estesi, e precisamente da qualche centimetro di diametro a circa cinquanta centimetri (fig. 2), assumendo talvolta forma di liste o nastri allungati disposti più o meno parallelamente alla tessitura parallela della tonalite là dove questa manifesta tale tessitura primaria orientata.

I filoni attraversanti la massa tonalitica assumono nella Val Nambrone un'importanza tutta particolare, e ciò non tanto per



Fig. 2 - Inclusi femici nella tonalite biotitico-anfibolica normale a monte del Rifugio Segantini.

il numero ragguardevole di essi, quanto per la varietà dei tipi litologici nei medesimi riscontrati.

Infatti, da filoni granodioritici poco o nulla differenziati si arriva a filoni aplitico-granitici (alaskite potassica) e aplitico-tonalitici fortemente differenziati in senso acido, leucocratico, non che a filoni schiettamente lamprofirici, differenziati in senso basico, melanocratico (*minettes*).

Le dioriti nella Val Nambrone sono scarsamente rappresentate, poichè ne furono notati solo due piccoli affioramenti nell'alta valle a sud di Buca degli Spini, costituiti da una diorite quarzifero-biotitica a grana assai minuta, attraversata da due filoni di porfiriti quarzifero-biotitica.

Nella massa intrusiva tonalitica non è raro notare qua e là fratture o sistemi di fratture, talvolta non sempre chiari; altre volte questi sistemi di fratture sono più regolari e meglio individuabili, come quello che si nota salendo da Canavaccia ai Laghi di Cornisello, diretto a nord con piccolissima deviazione a ovest

e con pendenza di 70° verso est, già messo in evidenza da SALOMON (39).

Di scisti cristallini non figurano che due esigui affioramenti di micascisti e rocce di contatto a nord di Carisolo, che verosimilmente si estendono ulteriormente nella confinante Val di Genova.

Ciò premesso passo senz'altro ad esporre i risultati dello studio chimico-petrografico dei vari tipi litologici delle formazioni testé accennate, facendo seguire in appendice alcune notizie su due giacimenti di minerali cristallizzati, rispettivamente di epidoto e di stilbite, intimamente legati alla massa tonalitica, che formarono già oggetto di studio di due recentissime pubblicazioni: una mia (15) e l'altra di SANERO (40).

LE FORMAZIONI ERUTTIVE

Della complessità e del grande interesse che presentano le facies petrografiche della massa intrusiva, della ricchezza e della varietà di differenziazioni dei filoni nella regione da me studiata, non è fatto cenno nella magistrale opera di SALOMON (39) sull'Adamello. Infatti egli oltre alla tonalite normale non accenna che ad un « sehr dünn-schiefriger Tonalitgneis », che, come vedremo più avanti, corrisponde alla nostra tonalite a tessitura parallela primaria, fluidale, e a filoni pegmatitici e aplitici, dichiarando esplicitamente di non aver notato nella tonalite alcun filone lamprofirico (39, pag. 304).

Ho perciò ritenuto opportuno procedere ad uno studio chimico-petrografico esauriente di tutte le facies petrografiche da me osservate durante il lavoro di rilevamento, i cui risultati hanno consentito di accertare, specialmente per quanto riguarda le forme petrografiche dei filoni, dei tipi litologici assai rari e nuovi per il Gruppo dell'Adamello, quali sono l'alaskite potassica, la yuconite e le *minettes*.

Carattere generale poi di tutte le rocce che verrò descrivendo è il grado di freschezza veramente eccezionale; anzi, di qualche tipo lamprofirico, oserei dire che non risulta esser mai stato riscontrato così fresco: è il caso delle *minettes*, poiché è risaputo che queste rocce si trovano di solito profondamente alterate. Evidentemente è questo un fatto di importanza non trascurabile, poiché tanto lo studio ottico-microscopico, quanto quello chimico, condotti su materiale così fresco, potranno fornire elementi sicuri non solo per la sistematica petrografica, ma altresì per una discussione seria sul chimismo delle rocce costituenti il gigantesco plutonite terziario dell'Adamello.

Qualche raro e piccolo affioramento di tonalite profondamente fratturata e alterata fu notato e precisamente: uno nella tonalite a tessitura parallela primaria, fluidale, nel tratto Carisolo - ponte di Nambrone prospiciente la scarpata superiore della rotabile, e l'altro nella tonalite a facies normale scendendo da Bocchetta d'Amola ai Laghi di Cornisello. All'alterazione profonda

delle rocce in parola non sono verosimilmente estranei movimenti orogenetici posteriori al consolidamento della tonalite, traditi da modeste fratture e ristrette zone di schiacciamento tettonico (*Quetschzonen*), già rilevate anche da SALOMON (39), e a cui si è già avuto occasione di accennare, né si potrebbe escludere *a priori* che a questi processi di profonda alterazione abbiano eventualmente potuto concorrere, almeno in parte, anche fenomeni chimico-fisici di carattere pneumatolitico.

FACIES PETROGRAFICHE DELLA MASSA INTRUSIVA

I. - Tonaliti acide, biotitiche, prive o povere di orneblenda.

Le tonaliti acide, biotitiche, prive o povere di orneblenda, si trovano in masse anche cospicue nell'alta Val Nambrone, e precisamente nel tratto compreso fra Malga Nambrone e Passo di Nambrone. Si tratta di rocce a grana media, facenti talvolta passaggio a facies con accenni a tessitura parallela primaria, fluidale orientata, i cui componenti essenziali, identificabili già ad occhio nudo, sono: feldspato, quarzo e biotite, con disseminato qua e là, quasi sempre, qualche bel cristallo prismatico, idiomorfo di orneblenda verde.

Come componenti accessori si trovano: apatite e zircone.

Il feldspato è prevalentemente di natura plagioclasica, e assai subordinatamente vi figura il feldspato potassico.

Il feldspato potassico è rappresentato prevalentemente da ortoclasio, che sovente è fresco, più di rado presenta segni di alterazione, resi evidenti dalla formazione di laminette di muscovite. Raramente l'ortoclasio appare qua e là sostituito da microclino; così pure di rado furono notati individui di micropertite ortoclasica.

Il plagioclasio si presenta generalmente in individui piuttosto irregolari sia per forma che per sviluppo, talora tendenti all'idiomorfismo, con poche tracce di sfaldatura secondo $\{110\}$ e $\{\bar{1}10\}$, non rigorosamente rettilinee ma ben visibili. Talvolta è distintamente zonato, tal'altra no; in ambedue i casi però è sempre geminato: sovente secondo la legge dell'albite, con lamelle di geminazione non di rado finissime e serrate, meno sovente secondo la legge albite-Carlsbad o albite-periclino.

Negli individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW (13, 14, 31) ho determinato:

$$+ 2 V = 84^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 23^{\circ},$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK (2) un plagioclasio della composizione $Ab_{57} An_{43}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{58} An_{42}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 84^{\circ}$ testé determinato.

I termini zonati presentano una composizione oligoclasico-andesinica $Ab_{70} An_{30}$ alla periferia, e andesinico-labradoritica $Ab_{41} An_{59}$ all'interno.

Il plagioclasio accusa talvolta deformazioni meccaniche sensibili, rese manifeste dalla notevole curvatura delle lamelle di geminazione.

Generalmente il plagioclasio è fresco, di rado presenta segni evidenti di alterazione, con formazione per lo più di squamette micacee piccolissime, assai più raramente di granuli e prismetti di zoisite.

In qualche caso fu pure notata la presenza di rarissime plaghette di mirmechite.

Il quarzo, generalmente in granuli e masserelle che si insinuano fra gli individui feldspatici, talvolta si presenta anche in cristalli di dimensioni notevoli, che appaiono molto fratturati, con estinzione ondulosa evidentissima.

La biotite rappresenta l'elemento femico di gran lunga prevalente nelle nostre rocce; di solito si presenta in lamine di dimensioni assai variabili, generalmente mediamente grandi, a contorni irregolari, con colore carico e pleocroismo intenso dal giallo chiaro, verdolino a bruno rossastro, che in luce convergente si rivelano debolmente biassiche.

Sovente è fresca, ma non di rado presenta un inverdimento marcato, che va gradatamente schiarendosi, sino a diventare le lamine incolore o quasi, senza che per altro le altre proprietà ottiche cambino notevolmente; altre volte invece appare trasformata in epidoto di tipo pistacitico.

L'orneblenda, che in qualche caso rarissimo manca affatto, mentre in altri casi si trova appena in tracce, e comunque sempre subordinata rispetto alla biotite, presenta i soliti caratteri dell'orneblenda verde. Infatti si tratta di individui, generalmente di dimensioni ragguardevoli, con tracce nette della doppia sfaldatura anfibolica, e pleocroismo abbastanza notevole:

α = giallo chiaro

β = giallo - verdolino

γ = verde.

Assorbimento $\gamma > \beta > \alpha$, carattere ottico negativo. Questi dati autorizzano a ritenere che si tratti di orneblenda verde non molto ferrifera. Si notano però talvolta individui leggermente più scuri con tendenza ad una tinta verde più intensa su γ e verde bruna su β , riferibili evidentemente a termini un po' più ferriferi del precedente.

L'orneblenda è quasi sempre fresca, raramente si notano ai margini dei cristalli delle bordature grigio-verdastre, epidotiche.

Il numero dei componenti accessori è piuttosto esiguo, non essendo stati identificati che l'apatite e lo zircone: la prima in bei prismetti e in granuli, il secondo in granuli; ambedue inclusi in tutti gli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite. I granuli di zircone, inclusi nella biotite, presentano quasi sempre aureole policroiche.

L'analisi eseguita su materiale proveniente da campioni di tonalite biotitica, priva o quasi di orneblenda, raccolti a sud-est

di Malga Vallina, ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	. . . . .	65,98	1,099
Ti	O ₂	. . . . .	0,45	0,006
Zr	O ₂	. . . . .	0,03	—
Al ₂	O ₃	. . . . .	15,76	0,155
Cr ₂	O ₃	. . . . .	as.	—
Fe ₂	O ₃	. . . . .	1,20	0,008
Fe	O	. . . . .	3,22	0,045
Mn	O	. . . . .	0,08	0,001
Mg	O	. . . . .	1,67	0,041
Ca	O	. . . . .	5,09	0,091
Sr	O	. . . . .	tracce	—
Ba	O	. . . . .	0,04	—
K ₂	O	. . . . .	3,00	0,032
Na ₂	O	. . . . .	2,67	0,043
H ₂	O —	. . . . .	0,20	
H ₂	O +	. . . . .	0,84	
P ₂	O ₅	. . . . .	0,02	
S		. . . . .	0,05	
Cl		. . . . .	0,02	
F		. . . . .	as.	
			100,32	
— O = S + Cl		. . .	0,02	
Somma		. . . . .	100,30	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano (*) i seguenti valori:

<i>si</i> = 258,8	<i>al</i> = 36,5	
<i>ti</i> = 1,4	<i>fm</i> = 24,3	<i>k</i> = 0,43
	<i>c</i> = 21,5	<i>mg</i> = 0,40
	<i>alk</i> = 17,7	<i>c/fm</i> = 0,89

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma granodioritico di tipo leucotonalitico (29).

Rocce legate al massiccio intrusivo tonalitico dell'Adamello, ed aventi composizione assai prossima a quella della nostra del-

(*) Per questa, come per tutte le altre formule magmatiche da me calcolate nel presente lavoro, mi sono servito delle tabelle di H. V. PHILIPSBORN (Leipzig, 1933).

l'alta Val Nambrone (I), ne sono state descritte parecchie; basterebbe appena ricordare la tonalite del Lago d'Avio (II), la « Randfazies » tonalitico-biotitica povera di orneblenda di Val Rabbia presso Rino (III), studiate rispettivamente da vom RATH (32) e da GOTTFRIED (17), non che le dioriti micacee quarzifere della Val Rabbia (IV) e della Val Moja (V) descritte da RIVA (34).

Una composizione chimica pressochè identica a quella della tonalite biotitica dell'alta Val Nambrone ha altresì la granodiorite biotitica (VI) delle Vedrette di Ries, studiata da MORGANTE (27) e successivamente da BIANCHI (3).

Per comodità di confronto riporto nella tabella che segue i risultati delle analisi delle rocce in questione e le relative formule magmatiche da me calcolate per le analisi II, IV, V, e riportate per le analisi III e VI.

	I	II	III	IV	V	VI
Si O ₂	65,98	66,91	65,58	65,73	66,75	66,64
Ti O ₂	0,45	—	0,64	—	—	0,26
Zr O ₂	0,03	—	—	—	—	0,01
Al ₂ O ₃	15,76	15,20	16,15	16,20	15,90	16,06
Cr ₂ O ₃	as.	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,20	6,45	0,19	2,66	3,73	1,98
Fe O	3,22		3,48	1,68	1,84	2,45
Mn O	0,08	—	0,09	—	—	0,07
Mg O	1,67	2,35	1,89	1,28	1,23	1,09
Ca O	5,09	3,73	4,83	3,12	3,11	3,90
Sr O	tracce	—	—	—	—	—
Ba O	0,04	—	—	—	—	0,11
K ₂ O	3,00	0,86	2,37	1,89	1,98	3,41
Na ₂ O	2,67	3,33	2,75	4,12	3,38	3,15
H ₂ O —	0,20	—	—	—	—	0,12
H ₂ O +	0,84	0,16	0,91	1,47	1,22	0,42
P ₂ O ₅	0,02	—	—	—	—	0,09
S	0,05	—	—	—	—	—
Cl	0,02	—	—	—	—	0,01
F	as.	—	—	—	—	tracce
	100,32	98,99	99,17	98,15	99,14	99,77
— O = S + Cl	0,02	—	—	—	—	—
Somma	100,30	98,99	99,17	98,15	99,14	99,77

	I	II	III	IV	V	VI
<i>si</i>	258,8	266,9	264	284,0	284,2	276,0
<i>ti</i>	1,4	—	1,9	—	—	0,82
<i>al</i>	36,5	35,7	38,4	40,7	39,9	39,2
<i>fm</i>	24,3	33,1	23,8	22,8	26,4	21,6
<i>c</i>	21,5	16,1	20,9	14,3	14,3	17,5
<i>alk</i>	17,7	15,1	16,8	22,2	19,4	21,7
<i>k</i>	0,43	0,14	0,36	0,23	0,28	0,42
<i>mg</i>	0,40	0,42	0,48	0,35	0,30	0,31
<i>c/fm</i>	0,89	0,49	0,88	0,63	0,54	0,81

II. — Tonaliti biotitico-anfiboliche a tessitura parallela primaria, fluidale orientata, facenti passaggio a termini poveri di anfibolo.

A nord di Carisolo (ved. carta geologica annessa), affiorano in masse anche notevoli tonaliti biotitico-anfiboliche, in cui non è difficile scorgere un'interessante e caratteristica tessitura decisamente orientata.

Tale tessitura parallela, con direzione nord 30° est circa, appare evidentissima e subverticale nel tratto Carisolo - ponte di Nambrone, all'imboccò della valle omonima; man mano che ci si addentra nella valle, la tessitura parallela va gradatamente diminuendo, sino a scomparire quasi completamente, mentre la sua direzione tende a deviare verso est e la tonalite fa passaggio a termini poveri, privi o quasi di anfibolo; fa cioè passaggio alla tonalite biotitica sopradescritta.

Nel tratto Carisolo - ponte di Nambrone, sulla scarpata superiore della rotabile che conduce per S. Antonio di Marignola a Madonna di Campiglio, non è difficile scorgere nella tonalite a tessitura parallela frequenti superfici di scorrimento, rivelate da evidentissimi specchi di faglia. La massa tonalitica costituisce qui nel suo insieme una specie di megamilonite.

SALOMON (39, pag. 303) chiamò « sehr dünn-schiefriger Tonalitgneis » e SCHWINNER (41) « extrem geschieferten Tonalitgneis » la nostra tonalite a tessitura parallela, mentre l'esame microscopico consente di stabilire che si tratta non già di un'orientazione secondaria, legata a fenomeni di compressione o di deformazione postcristallina, ma effettivamente di orientazione primaria paracristallina verosimilmente di tipo fluidale. L'orien-

tamento poi non solo appare evidente rispetto ai componenti essenziali: biotite, orneblenda, feldspati, che di preferenza sono disposti con direzioni di maggior sviluppo subparallele, ma sovente altresì rispetto ai componenti accessori. Questo è quanto l'osservazione oggettiva permette di rilevare. Circa le cause probabili che determinarono l'orientamento in questione ed il relativo meccanismo che portò la roccia ad assumere la tessitura attuale, mi astengo di proposito dall'entrare in merito, avendo già il prof. BIANCHI (4, pag. 20) ricerche in corso su questo argomento, relative alla tonalite a tessitura parallela dell'alta Val Cadino (settore meridionale dell'Adamello).

Altro carattere importante che si rileva immediatamente all'esame microscopico, è la presenza nella tonalite a tessitura parallela di fenomeni di cataclasi accentuati, accusati da parecchi componenti: plagioclasì incurvati, talvolta rotti con i frammenti rinsaldati da quarzo; quarzo fratturato con estinzione ondulosa; biotite arricciata (tav. I, fig. 1).

La spiegazione di questi fenomeni cataclastici va ricercata nei disturbi tettonici testé accennati che si osservano in grande nella tonalite affiorante nel tratto Carisolo - ponte di Nambrone.

Per quanto riguarda la composizione mineralogica della tonalite a tessitura parallela della Val Nambrone, gli elementi silicici sono rappresentati essenzialmente da feldspato e poco quarzo, mentre gli elementi femici sono dati da orneblenda verde e da biotite. Figurano quali accessori: scarso pirosseno, apatite e zirconio.

Il feldspato è prevalentemente di natura plagioclasica, figurando assai subordinatamente l'ortoclasio, con i caratteri dati per l'ortoclasio della tonalite biotitica.

Il plagioclasio è notevolmente abbondante e si presenta generalmente in individui irregolari sia per forma che per sviluppo. Talvolta è zonato, tal'altra no, ma sempre geminato: di frequente secondo la legge dell'albite, più di rado secondo la legge albite-Carlsbad o albite-periclino, non che secondo la legge albite-Carlsbad-periclino.

Negli individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2V = 81^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 26^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{53}An_{47}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{55}An_{45}$ che si calcola dal valore $+ 2V = 81^\circ$ testé determinato.

I termini zonati presentano una composizione oligoclasico-andesinica $Ab_{70}An_{30}$ alla periferia e labradoritico - bytownitica $Ab_{36}An_{64}$ all'interno.

Delle deformazioni meccaniche accentuate presentate dal plagioclasio ho già fatto cenno sopra, e perciò qui basterà ricordare che quasi sempre è fresco e solo talvolta presenta segni manifesti di alterazione, con formazione generalmente di poche squamette micacee piccolissime, il cui orientamento in rapporto ad azioni dinamiche è stato oggetto di studio da parte di ANDREATTA (1). Fu pure notato qualche individuo zonato con la parte interna trasformata in zoisite.

Il quarzo, in granuli e masserelle che si insinuano fra gli individui feldspatici, non presenta nulla di particolare all'infuori della fratturazione notevole e dell'estinzione ondulosa marcatisima.

Gli elementi femici sono rappresentati da orneblenda verde comune e da biotite, con i caratteri descritti per questi due minerali, già riscontrati nella tonalite biotitica. V'è da aggiungere che negli individui maggiori di orneblenda si nota qualche volta una certa tendenza all'idiomorfismo, con inclusioni di biotite, mentre gli individui minori sono sovente inclusi nel plagioclasio, specialmente nelle parti periferiche, o intimamente associati a biotite.

Fra i componenti accessori, oltre all'apatite ed allo zircone, abbiamo qui qualche rarissimo individuo di pirosseno monoclinico di tipo diopsidico.

L'analisi della tonalite a tessitura parallela, eseguita su ma-

teriale proveniente da Carisolo, ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	63,05	1,050
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	0,68	0,009
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	0,03	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	16,84	0,165
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	1,19	0,008
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	4,36	0,061
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,10	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	2,02	0,050
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	5,54	0,099
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,03	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	2,45	0,026
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	2,63	0,042
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,16	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	1,07	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,06	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,07	
Cl		.	.	.	.	.	.	.	.	0,01	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
										100,29	
— O = S + Cl										0,03	
Somma										100,26	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{lll}
 si = 227,8 & al = 35,8 & \\
 ti = 1,9 & fm = 28,0 & k = 0,38 \\
 & c = 21,5 & mg = 0,39 \\
 & alk = 14,7 & c/fm = 0,77
 \end{array}$$

valori che nell'insieme ben si accordano con quelli richiesti da un magma granodioritico di tipo leucotonalitico (29).

La tonalite a tessitura parallela della Val Nambrone appare adunque piuttosto acida, a differenza delle facies analoghe affioranti in altre zone del massiccio dell'Adamello, che risultano invece abbastanza basiche. Alludo alle facies tonalitiche a tessitura fluidale orientata del settore meridionale dell'Adamello (Bazena Alta, alta Val Cadino), studiate da CAVINATO (5) e da BIANCHI (4).

Dirò di più: data l'ubicazione periferica, rispetto al massiccio dell'Adamello, della tonalite a tessitura parallela nei pressi di Carisolo, l'acidità notevole presentata dalla nostra roccia esclude che nella regione da me rilevata esista la « Randzone » estesa da Pinzolo a Dimaro, diversa mineralogicamente e chimicamente dalla massa principale, che SCHWINNER (41) vorrebbe assimilare alla « basische Randzone » notata da TRENER (44) nel versante settentrionale della Presanella.

La composizione della nostra roccia (I) viceversa è assai prossima a quella di una tonalite biotitico - anfibolica delle Vedrette di Ries (II) studiata da MORGANTE (27) e successivamente da BIANCHI (3), come si può facilmente rilevare dall'esame della tabella che segue, dove sono riportati i risultati delle analisi delle due rocce in questione e le relative formule magmatiche.

	I	II
Si O ₂	63,05	60,46
Ti O ₂	0,68	0,63
Zr O ₂	0,03	0,01
Al ₂ O ₃	16,84	17,87
Cr ₂ O ₃	tracce	—
Fe ₂ O ₃	1,19	2,15
Fe O	4,36	3,54
Mn O	0,10	0,11
Mg O	2,02	2,44
Ca O	5,54	5,91
Sr O	tracce	—
Ba O	0,03	0,05
K ₂ O	2,45	2,48
Na ₂ O	2,63	3,02
H ₂ O —	0,16	0,17
H ₂ O +	1,07	0,87
P ₂ O ₅	0,06	0,17
S	0,07	tracce
Cl	0,01	0,02
F	tracce	tracce
	<hr/>	<hr/>
	100,29	99,90
— O = S + Cl	0,03	—
	<hr/>	<hr/>
Somma	100,26	99,90

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	227,8	1,9	35,8	28,0	21,5	14,7	0,38	0,39	0,77
II	204	1,6	35,4	28,0	21,4	15,2	0,35	0,43	0,73

III. Tonaliti biotitico-anfiboliche normali.

Le tonaliti biotitico - anfiboliche a facies normale, coi caratteri della roccia prevalente nel massiccio dell'Adamello, affiorano per ampie aree in massa relativamente uniforme nella regione da me rilevata, nella Valle d'Amola, nella zona dei Laghi di Cornisello, nel vallone Scarpacò e nella media Val Nambrone (ved. carta geologica annessa). Si tratta di una bella facies tipica a grana media: fra i componenti essenziali, feldspato, anfibolo, biotite e quarzo, spiccano qua e là bei cristalli idiomorfi prismatici, non molto allungati di orneblenda verde.

All'esame microscopico le tonaliti normali della Val Nambrone, a tipica struttura granulare, ipidiomorfa, si rivelano costituite da abbondante feldspato e poco quarzo, e, in rapporto presso che uguale, da orneblenda verde e da biotite. I componenti accessori, in numero piuttosto esiguo e scarsi, sono: apatite, zircone e magnetite.

Il feldspato è rappresentato essenzialmente dal plagioclasio, essendo l'ortoclasio piuttosto scarso, e con i soliti caratteri descritti per questo minerale.

Il plagioclasio è sovente in individui a zonatura piuttosto marcata, talvolta regolare, tal'altra a variazione ritmica; negli individui maggiori si nota spesso una certa tendenza all'idiomorfismo. Geminati frequenti secondo la legge dell'albite, più rari secondo la legge di Carlsbad; non mancano geminati secondo la legge albite-periclino o albite-periclino-Carlsbad.

Negli individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 83^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 24^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{56} An_{44}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{57} An_{43}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 83^\circ$ testé determinato.

I termini zonati presentano una composizione oligoclasico-andesinica $Ab_{70} An_{30}$ alla periferia e labradoritico-bytownitica $Ab_{36} An_{64}$ al centro.

Il plagioclasio sovente è fresco, ma non mancano individui che presentano segni evidenti di alterazione con formazione generalmente di squamette micacee, più raramente di granuli di epidoto clinozoisitico o zoisitico.

Il quarzo, generalmente in granuli irregolari che si insinuano fra gli individui feldspatici, talvolta si presenta anche in cristalli di dimensioni notevoli, che includono individui plagioclasici.

L'anfibolo, con i caratteri dell'orneblenda verde, già descritti per le altre facies, è sovente intimamente associato alla biotite, talvolta profondamente cloritizzata; più di rado, negli individui notevolmente sviluppati con una certa tendenza all'idiomorfismo, si notano inclusioni di biotite e di plagioclasio, il quale a sua volta è talora incluso nella biotite.

Fra i componenti accessori, inclusi negli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite e nell'orneblenda, l'apatite si presenta generalmente in prismetti e più raramente in granuli; lo zirconio, in rari granuli, mentre la magnetite appare in frequenti masserelle e granuli.

L'analisi della roccia, eseguita su campioni provenienti dalla zona del Rifugio SEGANTINI, nella Valle d'Amola, ha dato i se-

guenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	61,90	1,031
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	0,62	0,008
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	16,66	0,163
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	as.	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	1,39	0,009
Fe	O	.	.	.	.	.	.	4,22	0,059
Mn	O	.	.	.	.	.	.	0,13	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	2,53	0,063
Ca	O	.	.	.	.	.	.	6,22	0,111
Sr	O	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	0,01	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	2,48	0,026
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	2,65	0,043
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	0,36	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	0,85	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	0,03	
S		.	.	.	.	.	.	0,05	
Cl		.	.	.	.	.	.	0,01	
F		.	.	.	.	.	.	tracce	
								100,11	
— O = S + Cl		.	.	.	.	.	.	0,02	
Somma		.	.	.	.	.	.	100,09	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{lll}
 si = 212,5 & al = 33,6 & \\
 ti = 1,6 & fm = 29,3 & k = 0,38 \\
 & c = 22,9 & mg = 0,44 \\
 & alk = 14,2 & c/fm = 0,78
 \end{array}$$

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma quarzodioritico di tipo tonalitico (29).

La composizione della tonalite a facies normale della Val Nambrone (I) è molto prossima a quella della tonalite pure a facies normale della confinante Val di Genova (II) e del Lago della Vacca (III) nel settore meridionale del massiccio dell'Adamello, studiate la prima da GOTTFRIED (17) e la seconda da CAVINATO (5)

e successivamente da BIANCHI (4), non che alla composizione della tonalite a facies normale delle Vedrette di Ries (IV) studiata da MORGANTE (27) e da BIANCHI (3). Per comodità di confronto riporto nella tabella che segue i risultati delle analisi delle rocce in parola e le relative formule magmatiche.

	I	II	III	IV
Si O ₂	61,90	59,62	60,23	60,46
Ti O ₂	0,62	0,76	0,75	0,63
Zr O ₂	tracce	—	—	0,01
Al ₂ O ₃	16,66	17,30	18,76	17,87
Cr ₂ O ₃	as.	—	—	—
Fe ₂ O ₃	1,39	1,14	2,96	2,15
Fe O	4,22	4,14	2,33	3,54
Mn O	0,13	0,09	0,12	0,11
Mg O	2,53	2,60	2,67	2,44
Ca O	6,22	6,45	6,89	5,91
Sr O	tracce	—	—	—
Ba O	0,01	—	—	0,05
K ₂ O	2,48	2,43	2,07	2,48
Na ₂ O	2,65	2,42	2,57	3,02
H ₂ O —	0,36	—	—	0,17
H ₂ O +	0,85	2,51	0,78	0,87
P ₂ O ₅	0,03	0,28	—	0,17
S	0,05	—	—	tracce
Cl	0,01	—	—	0,02
F	tracce	—	—	tracce
	100,11	99,77	100,13	99,90
— O = S + Cl	0,02	—	—	—
Somma	100,09	99,77	100,13	99,90

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	212,5	1,6	33,6	29,3	22,9	14,2	0,38	0,44	0,78
II	205	1,9	35	28	24	13	0,40	0,47	0,84
III	198	1,85	36,2	27,1	24,2	12,5	0,35	0,48	0,89
IV	204	1,60	35,4	28,0	21,4	15,2	0,35	0,43	0,73

IV. - Tonaliti basiche ricche di orneblenda.

In tutta la Val Nambrone le tonaliti basiche ricche di orneblenda sono assai scarsamente rappresentate, non avendone notato che due piccoli affioramenti: uno a nord-ovest del Rifugio SEGANTINI (Valle d'Amola) e l'altro nel vallone Scarpacò (ved. carta geologica annessa). Essenzialmente si tratta di una facies un po' più femica, a grana media, più ricca di orneblenda della facies normale testé descritta. I componenti essenziali sono ancora feldspato, orneblenda verde, talvolta in bei cristalli idiomorfi prismatici, biotite e quarzo.

All'esame microscopico le tonaliti basiche della Val Nambrone, a struttura granulare, ipidiomorfa, si rivelano costituite da elementi sialici e femici in rapporto quasi uguale: i primi sono rappresentati da feldspato e quarzo, i secondi da orneblenda verde e da biotite. Figurano quali componenti accessori: apatite, zircone e pirite.

Il feldspato è rappresentato prevalentemente dal plagioclasio, figurando l'ortoclasio piuttosto subordinato.

L'ortoclasio è quasi sempre notevolmente torbido e più o meno profondamente alterato con formazione di copiose squamette di muscovite.

Il plagioclasio, al pari dell'ortoclasio, è abbastanza sovente più o meno profondamente alterato con formazione di abbondanti prodotti micacei estremamente fini, e non risolvibili al microscopio neanche a forti ingrandimenti. Appare talvolta zonato, tal'altra no; sovente geminato secondo la legge dell'albite, più di rado secondo la legge albite-Carlsbad o albite-periclino.

Negli individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 76^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 27^{\circ},$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{51} An_{49}$, che è in buon accordo con quella $Ab_{49} An_{51}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 76^{\circ}$ testé determinato.

Le misure eseguite nei termini zonati consentirono di precisare una composizione $Ab_{69} An_{31}$ alla periferia e $Ab_{35} An_{65}$ all'interno.

Il quarzo si presenta talvolta in granuli a contorni irregolari, che si insinuano fra gli individui feldspatici, tal'altra in grandi individui con fratture evidenti ed estinzione ondulosa marcata, che includono individui plagioclasici minori.

L'orneblenda è indubbiamente fra i componenti femici il più importante, poiché prevale decisamente sulla biotite, che appare in questa facies della tonalite piuttosto subordinata. Presenta i soliti caratteri dell'orneblenda verde, già descritti per quella delle altre facies, con accenni frequenti, negli individui maggiori, a spiccato idiomorfismo; in questi le inclusioni di biotite e di feldspato sono abbastanza comuni.

La biotite, con i soliti caratteri, appare sovente intimamente associata all'anfibolo, più di rado in grandi lamine con tendenza all'idiomorfismo; in quest'ultimo caso include talvolta piccoli individui feldspatici.

Fra i componenti accessori, inclusi negli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite e nell'orneblenda, l'apatite si presenta generalmente in prismetti, più raramente in granuli; lo zirconio e la pirite in granuli.

L'analisi della roccia, eseguita su materiale proveniente da

campioni dell'affioramento della zona del Rifugio SEGANTINI, nella Valle d'Amola, ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	. . . . .	58,45	0,973
Ti	O ₂	. . . . .	1,20	0,015
Zr	O ₂	. . . . .	0,02	—
Al ₂	O ₃	. . . . .	13,23	0,130
Cr ₂	O ₃	. . . . .	as.	—
Fe ₂	O ₃	. . . . .	2,22	0,014
Fe	O	. . . . .	8,46	0,118
Mn	O	. . . . .	0,25	0,004
Mg	O	. . . . .	5,04	0,125
Ca	O	. . . . .	4,94	0,088
Sr	O	. . . . .	tracce	—
Ba	O	. . . . .	0,03	—
K ₂	O	. . . . .	2,99	0,032
Na ₂	O	. . . . .	2,02	0,033
H ₂	O —	. . . . .	0,25	
H ₂	O +	. . . . .	0,97	
P ₂	O ₅	. . . . .	0,07	
S		. . . . .	0,07	
Cl		. . . . .	0,01	
F		. . . . .	tracce	
			100,22	
— O = S + Cl			0,03	
Somma			100,19	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$si = 174,4$	$al = 23,3$	
$ti = 2,7$	$fm = 49,3$	$k = 0,49$
	$c = 15,8$	$mg = 0,45$
	$alk = 11,6$	$c/fm = 0,32$

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli richiesti da un magma di tipo melaquarzodioritico e non sono molto lontani da quelli di un magma tonalitico (29).

V. - Dioriti quarzifero-biotitiche a grana minuta.

Le dioriti quarzifero-biotitiche a grana minuta sono scarsamente rappresentate nella regione da me rilevata, non avendone notato che due affioramenti piuttosto esigui nell'alta Val Nambrone, rispettivamente a sud e a sud-ovest di Buca degli Spini (ved. carta geologica annessa). Le rocce, a tipica facies dioritica, a grana assai minuta, appaiono già a prima vista costituite prevalentemente da feldspato, biotite e quarzo.

All'esame microscopico le rocce dioritiche dell'alta Val Nambrone, a struttura granulare, ipidiomorfa, risultano costituite dai seguenti componenti essenziali, elencati in ordine di abbondanza: feldspato, quarzo e biotite. Fra i componenti accessori figurano l'apatite e lo zirconio.

Il feldspato appartiene in prevalenza ai plagioclasii, pur non mancando il feldspato potassico, che è rappresentato dall'ortoclasio, con i caratteri già descritti per questo minerale, e talvolta con una struttura zonata evidente.

Il plagioclasio si presenta in individui piuttosto irregolari sia per forma che per sviluppo, talora in sezioni rettangolari con tendenza all'idiomorfismo nei cristalli maggiori. Talvolta è zonato, tal'altra no; in ambedue i casi però è sempre geminato: sovente secondo la legge dell'albite, più raramente secondo la legge di Carlsbad, o quella albite-Carlsbad o albite-periclino.

Negli individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 82^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 25^{\circ},$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{54} An_{46}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{56} An_{44}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 82^{\circ}$ testé determinato.

I termini zonati presentano una composizione andesinica $Ab_{63} An_{37}$ alla periferia, e labradoritica $Ab_{48} An_{52}$ all'interno.

Il plagioclasio è quasi sempre fresco, notandosi ben di rado individui con segni manifesti di incipiente alterazione e formazione di poche squamette micacee piccolissime.

Il quarzo si presenta in granuli e masserelle che si insinuano tra gli individui feldspatici, e non presenta nulla di particolare.

La biotite, in laminette di dimensioni piuttosto piccole, con colore carico e pleocroismo intenso dal giallo chiaro, verdolino, a bruno rossastro, all'esame in luce convergente si rivela debolmente biassica. Talvolta è fresca, tal'altra presenta un inverdimento marcato, che va gradatamente schiarendosi, fino a diventare le lamine incolore o quasi senza che per altro si noti un cambiamento apprezzabile nelle altre proprietà ottiche; altre volte infine appare trasformata in tipico epidoto pistacitico, facilmente identificabile per il suo marcato pleocroismo e per l'elevata birifrangenza.

I componenti accessori sono rappresentati da apatite e zircone: la prima in prismetti e granuli, il secondo in granuli; ambedue sono inclusi negli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite.

L'analisi della diorite quarzifero-biotitica, eseguita su materiale proveniente dall'affioramento a sud di Buca degli Spini,

nell'alta Val Nambrone, ha dato i seguenti risultati:

Si O ₂	. . . . .	61,84	1,030
Ti O ₂	. . . . .	0,68	0,009
Zr O ₂	. . . . .	0,02	—
Al ₂ O ₃	. . . . .	17,84	0,175
Cr ₂ O ₃	. . . . .	as.	—
Fe ₂ O ₃	. . . . .	2,37	0,015
Fe O	. . . . .	2,63	0,037
Mn O	. . . . .	0,14	0,002
Mg O	. . . . .	2,12	0,053
Ca O	. . . . .	6,47	0,115
Sr O	. . . . .	tracce	—
Ba O	. . . . .	0,02	—
K ₂ O	. . . . .	2,20	0,023
Na ₂ O	. . . . .	2,82	0,046
H ₂ O —	. . . . .	0,20	
H ₂ O +	. . . . .	0,86	
P ₂ O ₅	. . . . .	0,11	
S	. . . . .	0,10	
Cl	. . . . .	0,02	
F	. . . . .	tracce	

		100,44	
— O = S + Cl	. . . . .	0,04	

Somma	. . . . .	100,40	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$si = 214,2$	$al = 36,4$	
$ti = 1,9$	$fm = 25,4$	$k = 0,33$
	$c = 23,8$	$mg = 0,43$
	$alk = 14,4$	$c/fm = 0,94$

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma granodioritico di tipo leucotonalitico e non sono lontani da quelli di un magma quarzodioritico normale (29).

La composizione della diorite quarzifero-biotitica della Val Nambrone (I) è assai prossima a quella della tonalite a tessitura parallela di Carisolo (II), e della tonalite biotitico-anfibolica nor-

male (III) sopra descritte, non che alla composizione della tonalite biotitico-anfibolica normale delle Vedrette di Ries (IV), studiata da MORGANTE (27) e da BIANCHI (3), come si può facilmente rilevare dall'esame dei risultati delle analisi delle rocce in parola, e delle relative formule magmatiche, riportati nella tabella che segue.

	I	II	III	IV
Si O ₂	61,84	63,05	61,90	60,46
Ti O ₂	0,68	0,68	0,62	0,63
Zr O ₂	0,02	0,03	tracce	0,01
Al ₂ O ₃	17,84	16,84	16,66	17,87
Cr ₂ O ₃	as.	tracce	as.	—
Fe ₂ O ₃	2,37	1,19	1,39	2,15
Fe O	2,63	4,36	4,22	3,54
Mn O	0,14	0,10	0,13	0,11
Mg O	2,12	2,02	2,53	2,44
Ca O	6,47	5,54	6,22	5,91
Sr O	tracce	—	—	—
Ba O	0,02	0,03	0,01	0,05
K ₂ O	2,20	2,45	2,48	2,48
Na ₂ O	2,82	2,63	2,65	3,02
H ₂ O —	0,20	0,16	0,36	0,17
H ₂ O +	0,86	1,07	0,85	0,87
P ₂ O ₅	0,11	0,06	0,03	0,17
S	0,10	0,07	0,05	tracce
Cl	0,02	0,01	0,01	0,02
F	tracce	tracce	tracce	tracce
	100,44	100,29	100,11	99,90
— O = S + Cl	0,04	0,03	0,02	—
Somma	100,40	100,26	100,09	99,90

	si	ti	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
I	214,2	1,9	36,4	25,4	23,8	14,4	0,33	0,43	0,94
II	227,8	1,9	35,8	28,0	21,5	14,7	0,38	0,39	0,77
III	212,5	1,6	33,6	29,3	22,9	14,2	0,38	0,44	0,78
IV	204	1,6	35,4	28,0	21,4	15,2	0,35	0,43	0,73

VI. - Inclusi femici nelle facies tonalitiche.

Facies petrografica e composizione chimico-mineralogica alquanto differente dai tipi tonalitici e dioritici sinora descritti presentano gli *Schlieren*, inclusi femici, più o meno basici, sparsi o talora immersi in numero ragguardevole, a nidi o a sciami, nella massa tonalitica principale della Val Nambrone e soprattutto nella regione della Valle d'Amola. Si tratta di noduli, lenti, o inclusi di varia forma e dimensioni (da qualche centimetro di diametro sino a circa una cinquantina; vedi fig. 2, pag. 9), a composizione tonalitica piuttosto femica (anfibolico-biotitica), a struttura finemente granulare, talvolta con tendenza a struttura porfirica per l'idiomorfismo del feldspato, o dell'orneblenda e della biotite; oppure a composizione dioritica o gabbrodioritica anfibolico-biotitica, ad orneblenda e biotite piuttosto minute.

Uno di questi inclusi, notato poco ad est di Cima Lancia, del diametro di circa una trentina di centimetri, venne fatto oggetto di studio dettagliato, i cui risultati riassumo qui brevemente.

La roccia, che a primo aspetto ricorda certe dioriti basiche anfibolico-biotitiche a grana fina, all'esame microscopico rivela una struttura granulare, ipidiomorfa, con tendenza talvolta a struttura porfirica per l'idiomorfismo di taluni grandi individui feldspatici, di prismi di anfibolo o di grandi lamine di biotite. I componenti femici, rappresentati da orneblenda verde e da biotite, con i caratteri già descritti per questi due minerali, predominano leggermente sugli elementi sialici, che sono dati da feldspato e da poco quarzo, in granuli irregolari per forma e per sviluppo.

Il feldspato, rappresentato prevalentemente da plagioclasio, trovandosi l'ortoclasio assai subordinato, è sovente geminato secondo la legge dell'albite, più di rado secondo la legge albite-Carlsbad o albite-periclino.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 78^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora me-

diante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 29^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $\text{Ab}_{49} \text{An}_{51}$ che è in ottimo accordo con quella $\text{Ab}_{52} \text{An}_{48}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 78^\circ$ testé determinato.

Sovente il plagioclasio è fresco, più di rado presenta segni di alterazione, con formazione generalmente di squamette micacee piccolissime, più raramente di granuli di zoisite.

I componenti accessori sono in numero esiguo e piuttosto rari: qualche prismetto e granulo di apatite, qualche granulo di zirconio, ambedue inclusi negli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite e nell'orneblenda; qualche granulo di magnetite e di pirite.

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	49,42	0,823
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	1,16	0,015
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	0,02	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	17,36	0,170
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	0,01	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	3,38	0,021
Fe	O	.	.	.	.	.	.	8,71	0,121
Mn	O	.	.	.	.	.	.	0,25	0,004
Mg	O	.	.	.	.	.	.	4,93	0,122
Ca	O	.	.	.	.	.	.	7,27	0,130
Sr	O	.	.	.	.	.	.	n.d.	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	0,04	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	3,48	0,037
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	2,41	0,039
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	0,25	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	1,55	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	0,03	
S		.	.	.	.	.	.	0,04	
Cl		.	.	.	.	.	.	0,02	
F		.	.	.	.	.	.	as.	
								<hr/>	
								100,33	
— O = S + Cl		.	.	.	.	.	.	0,02	
								<hr/>	
Somma		.	.	.	.	.	.	100,31	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$si = 123,9$	$al = 25,6$	
$ti = 2,2$	$fm = 43,5$	$k = 0,49$
	$c = 19,5$	$mg = 0,42$
	$alk = 11,4$	$c/fm = 0,45$

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene, tanto a quelli di un magma dioritico di tipo orbitico, quanto a quelli di un magma gabbrodioritico normale (29).

E' non privo di interesse il far rilevare come le concentrazioni basiche anfibolico - biotitiche (I) della tonalite della Val Nambro ne posseggano composizione chimica assai prossima ad analoghe concentrazioni della tonalite a facies normale della confinante Val di Genova (II), descritte da GOTTFRIED (17), non che alle concentrazioni femiche anfibolico - biotitiche (III) studiate da MORGANTE (27) e da BIANCHI (3) nella tonalite delle Vedrette di Ries. Del resto ciò non deve meravigliare, data l'analogia chimica, dianzi messa in evidenza, esistente fra le tonaliti normali che racchiudono le concentrazioni in parola.

La quasi identità di composizione fra le tre concentrazioni si potrà facilmente rilevare dall'esame della tabella che segue, in cui sono riportati i risultati delle loro analisi e le relative formule magmatiche.

	I	II	III
Si O ₂ . . .	49,42	50,35	49,22
Ti O ₂ . . .	1,16	0,88	0,84
Zr O ₂ . . .	0,02	—	0,01
Al ₂ O ₃ . . .	17,36	17,89	17,39
Cr ₂ O ₃ . . .	0,01	—	0,01
Fe ₂ O ₃ . . .	3,38	2,61	5,59
Fe O . . .	8,71	6,89	5,66
Mn O . . .	0,25	0,13	0,16
Mg O . . .	4,93	5,34	4,29
Ca O . . .	7,27	7,20	6,51
Sr O . . .	n. d.	—	—
Ba O . . .	0,04	—	0,14
K ₂ O . . .	3,48	3,19	3,07
Na ₂ O . . .	2,41	2,90	3,14
H ₂ O — . . .	0,25	—	0,37
H ₂ O + . . .	1,55	1,72	1,79
P ₂ O ₅ . . .	0,03	0,27	0,75
S . . .	0,04	—	0,20
Cl . . .	0,02	0,13	0,02
F . . .	as.	—	0,01
C O ₂ . . .	—	—	0,67
	100,33	99,50	99,84
— O = S + Cl	0,02	0,03	0,08
Somma . . .	100,31	99,47	99,76

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	123,9	2,2	25,6	43,5	19,5	11,4	0,49	0,42	0,45
II	122	1,6	27,1	40,6	19,8	12,5	0,42	0,50	0,49
III	130	1,67	27,2	41,0	18,6	13,2	0,39	0,41	0,45

Si potrebbe ancora aggiungere che la composizione di tipo dioritico - orbitico o gabbrodioritico normale, con evidente tendenza a lamprofiri della serie vogesite - spessartite - odinite, rivelata dalle concentrazioni basiche anfibolico - biotitiche della tonalite della Val Nambrone, autorizza a dare ad esse un'interpretazione analoga a quella data da BIANCHI (3) alle concentrazioni femiche similari della tonalite delle Vedrette di Ries: che rappresentino cioè l'anello di collegamento coi lamprofiri di cui dirò in seguito.

FACIES PETROGRAFICHE DEI FILONI

Tutta la Val Nambrone è ricca di filoni di natura e potenza varie, che attraversano la massa intrusiva in tutte le direzioni.

Delle parecchie diecine di filoni da me osservati, ho trovato cenno specifico nella bibliografia solo per alcuni filoni pegmatitici e aplitici (39, pag. 304).

I risultati dello studio chimico-petrografico condotto su un materiale veramente copioso e vario, mi consentono di classificare i filoni della Val Nambrone come segue:

1. Filoni poco differenziati a facies granodioritica.
2. Filoni aplitici: granitici, tonalitici e dioritici.
3. Filoni di porfiriti quarzifero-biotitiche.
4. Filoni lamprofirici, costituiti da malchiti e *minettes*.

1. - Filoni poco differenziati a facies granodioritica.

Il sistema di filoni poco differenziati a facies granodioritica è senza dubbio largamente rappresentato nella Val Nambrone, come si può facilmente rilevare dall'esame della carta geologico-petrografica annessa. Un primo gruppo di filoni troviamo nella Valle d'Amola nella regione del Rifugio SEGANTINI; altri sparsi qua e là nella zona dei Laghi di Cornisello, nel vallone Scarpacò e nell'alta e media Val Nambrone. Lo studio chimico-petrografico del materiale appartenente a questo primo sistema di filoni, la cui potenza supera talvolta anche un paio di metri, ha dimostrato che essi presentano una composizione chimica assai costante, con una facies petrografica granodioritica tipica, che permette di riconoscerli a colpo d'occhio sul terreno e di non confonderli con altri similari di tipo aplitico, che descriveremo in seguito. Le rocce costituenti i filoni in parola, a grana media, all'esame microscopico rivelano una struttura granulare, ipidiormorfa; gli elementi sialici, rappresentati da feldspato e quarzo, predominano decisamente sugli elementi femici, costituiti da biotite e da poca orneblenda verde. Accessori: apatite, zircone e ilmenite.

Il feldspato, in parte di natura potassica, in parte plagio-

clasica, è indubbiamente uno dei componenti più importanti delle nostre rocce.

Il feldspato potassico, rappresentato dall'ortoclasio, è presente sempre, e quantitativamente appare leggermente subordinato rispetto al plagioclasio. Talvolta presenta una zonatura abbastanza marcata, più sovente no; non sempre è fresco, poiché non di rado si notano individui con notevole intorbidamento e formazione di laminette o squamette di muscovite.

Il plagioclasio, frequentemente zonato, si presenta in individui generalmente irregolari sia per forma che per sviluppo, con tendenza all'idiomorfismo negli individui maggiori. E' sovente geminato secondo la legge dell'albite, più raramente secondo la legge di Carlsbad o secondo la legge albite-periclino.

In individui non zonati con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 83^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 25^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{55} An_{45}$, che è in ottimo accordo con quella $Ab_{57} An_{43}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 83^\circ$ testé determinato.

I termini zonati presentano una composizione andesinica $Ab_{66} An_{34}$ alla periferia e labradoritica $Ab_{46} An_{54}$ all'interno.

Il plagioclasio talvolta è fresco, tal'altra appare alterato con formazione ora di squamette micacee minutissime, ora di granuli di clinozoisite o di zoisite.

Il quarzo, in quantità molto subordinata rispetto ai feldspati, si presenta in granuli a contorni quanto mai irregolari e masserelle che si insinuano fra gli individui di questi ultimi.

La biotite, in laminette di dimensioni esigue, a contorni irregolari, con colore carico e pleocroismo forte dal giallo chiaro al bruno rossastro scuro, all'esame in luce convergente si rivela debolmente biassica. Talvolta è fresca, tal'altra appare profondamente alterata con formazione di tipico epidoto pistacitico, e più raramente di clorite.

L'anfibolo è piuttosto scarso, e talvolta manca quasi completamente; possiede i soliti caratteri dell'orneblenda verde.

I componenti accessori sono rappresentati da qualche prismetto o granulo di apatite e da qualche raro granulo di zircone; ambedue inclusi negli altri componenti della roccia e più frequentemente nella biotite. Fu infine osservato qualche rarissimo granulo di ilmenite più o meno profondamente alterata in leucoxeno.

Delle rocce, appartenenti ai filoni poco differenziati a facies granodioritica, ho eseguito due analisi su materiale proveniente da campioni appartenenti rispettivamente a un filone di granodiorite, affiorante circa un centinaio di metri ad ovest del Rifugio SEGANTINI (I), e ad un filone affiorante a sud-est del Lago Vedretta (II).

Ecco i risultati delle analisi delle due granodioriti con le relative formule magmatiche:

	I		II	
Si O ₂	63,32	1,054	63,91	1,064
Ti O ₂	0,55	0,007	0,31	0,004
Zr O ₂	0,02	—	0,01	—
Al ₂ O ₃	18,87	0,185	18,79	0,184
Cr ₂ O ₃	as.	—	as.	—
Fe ₂ O ₃	1,24	0,008	1,93	0,012
Fe O	2,52	0,035	1,80	0,025
Mn O	0,05	0,001	0,06	0,001
Mg O	1,10	0,027	0,92	0,023
Ca O	6,09	0,109	6,37	0,114
Sr O	tracce	—	n. d.	—
Ba O	0,02	—	0,01	—
K ₂ O	2,30	0,024	1,72	0,018
Na ₂ O	3,30	0,053	3,41	0,055
H ₂ O —	0,14		0,14	
H ₂ O —	0,67		0,66	
P ₂ O ₅	0,10		0,07	
S	0,07		0,07	
Cl	0,01		0,01	
F	tracce		tracce	
	100,37		100,19	
— O = S + Cl	0,03		0,03	
Somma	100,34		100,16	

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	234,2	1,6	41,1	17,6	24,2	17,1	0,31	0,34	1,37
II	240,0	0,9	41,5	16,4	25,7	16,4	0,25	0,32	1,60

I valori delle formule magmatiche calcolate per le granodioriti filoniane della Val Nambrone ben si accordano con quelli di un magma granodioritico di tipo leucotonalitico (29).

2. — Filoni aplitici.

Della frequente presenza di filoni aplitici legati al massiccio intrusivo tonalitico dell'Adamello è fatto cenno in parecchie pubblicazioni: basterebbe appena ricordare quelle classiche di RIVA (35), di TRENER (44), SALOMON (39), BIANCHI e G. B. DAL PIAZ (4). Scorrendo attentamente questi fondamentali e importanti lavori non si trova però una descrizione chimico-petrografica completa delle rocce filoniane in parola, essendosi i predetti Autori limitati a descriverne accuratamente le condizioni di giacitura e la composizione mineralogica, mentre mancano analisi chimiche, indispensabili per ricostruire il fenomeno della differenziazione magmatica, così complesso nel caso nostro. Ho perciò ritenuto opportuno completare lo studio petrografico con l'esecuzione di una serie di analisi delle rocce filoniane aplitiche della Val Nambrone, i cui risultati, oltre che servire di base per lo studio del chimismo dell'intero plutonite dell'Adamello, offrono altresì elementi sicuri per la identificazione di tipi litologici rari, e nuovi per la regione dell'Adamello stesso.

A) APLITI GRANITICHE

I filoni di tipiche apliti granitiche, a salbanda pegmatitica, sono piuttosto rari nella Val Nambrone, non avendone osservato che uno, della potenza di circa un metro, ai piedi della scarpata della Bocchetta d'Amola, a sinistra del sentiero che scende ai Laghi di Cornisello.

All'esame microscopico la roccia, a struttura panidiomorfa, si rivela essenzialmente costituita da feldspato potassico e quarzo,

con pochissimo plagioclasio, piccole quantità di biotite e muscovite, e tracce di apatite e di zirconio.

Il feldspato potassico è rappresentato quasi esclusivamente da ortoclasio, poiché assai di rado furono notati qua e là elementi con struttura di tipo microclinico. L'ortoclasio si presenta per lo più in individui irregolari sia per forma che per sviluppo, con tracce di sfaldatura nette secondo $\{001\}$ e $\{010\}$; talvolta è geminato secondo la legge di Carlsbad. E' quasi sempre fresco, presentando raramente un leggero intorbidamento lungo le tracce di sfaldatura, con formazione di piccole laminette di muscovite.

Il plagioclasio, scarsissimo, è geminato talvolta secondo la legge dell'albite, più sovente secondo la legge albite-periclino.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$-2V = 86^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 11^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{69}An_{31}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{67}An_{33}$ che si calcola dal valore $-2V = 86^\circ$ testé determinato.

Il quarzo è indubbiamente uno dei componenti più importanti della roccia filoniana della Bocchetta d'Amola, e si trova in quantità di poco inferiore a quella del feldspato potassico. Si presenta generalmente in granuli irregolari sia per forma che per sviluppo, talvolta notevolmente fratturati con estinzione ondulosa.

Dei componenti accessori i più frequenti sono le miche: la biotite in piccole laminette è quasi mai fresca, ma sempre più o meno profondamente trasformata in epidoto pistacitico o in clorite; la muscovite è ancora più scarsa della biotite, e rara soprattutto quella primaria, poiché la maggior parte delle poche laminette notate è probabilmente dovuta all'alterazione del feldspato potassico.

Rarissimi l'apatite e lo zirconio: la prima in granuli e prismetti inclusi negli altri componenti della roccia; il secondo in piccoli granuli inclusi nella biotite.

L'analisi dell'aplite granitica della Bocchetta d'Amola ha dato i seguenti risultati:

Si O ₂	. . . . .	73,26	1,220
Ti O ₂	. . . . .	tracce	—
Zr O ₂	. . . . .	tracce	—
Al ₂ O ₃	. . . . .	14,47	0,142
Cr ₂ O ₃	. . . . .	as.	—
Fe ₂ O ₃	. . . . .	0,46	0,003
Fe O	. . . . .	0,26	0,004
Mn O	. . . . .	0,01	—
Mg O	. . . . .	0,14	0,004
Ca O	. . . . .	1,50	0,027
Sr O	. . . . .	n.d.	—
Ba O	. . . . .	0,01	—
K ₂ O	. . . . .	7,32	0,078
Na ₂ O	. . . . .	2,28	0,037
H ₂ O —	. . . . .	0,13	
H ₂ O +	. . . . .	0,31	
P ₂ O ₅	. . . . .	tracce	
S	. . . . .	0,05	
Cl	. . . . .	0,01	
F	. . . . .	as.	
		100,21	
— O = S + Cl	. . . . .	0,02	
Somma	. . . . .	100,19	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{llll}
 si = 409,4 & al = 47,6 & & \\
 ti = — & fm = 4,7 & k = 0,67 & \\
 & c = 9,1 & mg = 0,28 & \\
 & alk = 38,6 & c/fm = 1,93 &
 \end{array}$$

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma leucogranitico di tipo aplitico-granitico o yosemito-aplitico (29).

L'aplite granitica della Bocchetta d'Amola, tanto per la composizione mineralogica, essenzialmente ortoclasico-quarzosa, quanto per la composizione chimica, è da ascriversi ad un tipo litologico piuttosto raro, denominato prima dallo SPURR (43) « alaskite » e successivamente dal JOHANSEN (20) « kalialaskite » per distinguerlo da altre alaskiti contenenti in quantità notevoli anche plagioclasio, alle quali riserbò il primitivo nome.

Composizione chimica assai vicina all'alaskite potassica di Val Nambrone (I) possiedono l'alaskite dello Skwentna nell'Alaska (II) analizzata da STOKES (43), e quella di Birkrem (III) in Norvegia, studiata da KOLDERUP (22, 23), come si può facilmente rilevare dall'esame della tabella che segue, in cui sono riportati i risultati delle analisi delle tre rocce e le relative formule magmatiche.

	I	II	III
Si O ₂	73,26	75,01	73,47
Ti O ₂	tracce	0,06	0,12
Zr O ₂	tracce	—	—
Al ₂ O ₃	14,47	13,88	15,42
Cr ₂ O ₃	as.	—	—
Fe ₂ O ₃	0,46	0,74	0,26
Fe O	0,26	n.d.	0,67
Mn O	0,01	tracce	n.d.
Mg O	0,14	0,09	0,20
Ca O	1,50	1,00	1,35
Sr O	n.d.	tracce	—
Ba O	0,01	0,10	—
K ₂ O	7,32	4,89	3,64
Na ₂ O	2,28	3,52	5,57
H ₂ O —	0,13	0,11	n.d.
H ₂ O +	0,31	0,26	n.d.
P ₂ O ₅	tracce	tracce	n.d.
S	0,05	—	—
Cl	0,01	—	—
F	as.	—	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,21	99,66	100,70
— O = S + Cl	0,02	—	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Somma	100,19	99,66	100,70

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	409,4	—	47,6	4,7	9,1	38,6	0,67	0,28	1,93
II	454	0,3	49,5	4,5	6,5	39,5	0,48	0,19	1,44
III	381	0,5	47	5,5	7,5	40	0,30	0,28	1,36

Concludendo, l'aplite granitica della Val Nambrone, è da ritenersi una tipica « alaskite potassica », tipo litologico raro e nuovo non solo per la regione dell'Adamello, ma altresì per l'Italia.

B) APLITI TONALITICHE

I filoni di apliti tonalitiche, come quelli di apliti granitiche testé descritti, sono piuttosto rari e limitati essenzialmente all'alta Val Nambrone. Si tratta di due filoni: uno della potenza di poco più di mezzo metro, affiorante a sud del Lago Nambrone, e l'altro dello spessore di circa un metro si trova a sud-est del Passo Nambrone.

All'esame macroscopico l'aplite grigio - biancastra si rivela essenzialmente costituita da un'associazione feldspatico-quarzosa con diffusa qua e là qualche laminetta di mica nera.

All'esame microscopico la roccia si risolve in un aggregato granulare di feldspato e quarzo con poca biotite, in laminette esigue, che include talvolta qualche prismetto di apatite o qualche granulo di zircone.

Il feldspato è indubbiamente il componente più abbondante della nostra aplite, ed è prevalentemente rappresentato dal plagioclasio, poiché assai scarso appare il feldspato potassico, generalmente con i caratteri dell'ortoclasio e più raramente con quelli del microclino (tav. I, fig. 2).

Il plagioclasio, raramente zonato, è sovente geminato secondo la legge dell'albite, più di rado secondo la legge albite-periclino, rarissimamente secondo la legge di Carlsbad.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$- 2 V = 85^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 14^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{67} An_{33}$, che è in buon accordo con quella $Ab_{68} An_{32}$ che si calcola dal valore — $2V = 85^\circ$ testé determinato.

Alcune misure eseguite sui pochi individui zonati hanno consentito di stabilirne la composizione: periferia $Ab_{85} An_{15}$; interno $Ab_{55} An_{45}$.

Il plagioclasio generalmente è fresco, presentando raramente segni evidenti di alterazione, specialmente nei termini zonati, che talvolta hanno la parte interna trasformata in epidoto clinozoisitico.

Il quarzo, esso pure molto abbondante, appare chiaramente come l'ultimo elemento di consolidazione, poiché riempie tutti gli spazi fra gli altri componenti e su di essi si modella, costituendo straterelli e plaghe quanto mai irregolari.

La biotite, in laminette non molto grandi, è sovente profondamente alterata con formazione di epidoto ferriero.

Nulla di particolare presentano i pochi componenti accessori, rappresentati da qualche prismetto di apatite e qualche granulo di zircone, inclusi nella biotite.

L'analisi dell'aplite dell'alta Val Nambrone, eseguita su materiale proveniente da campioni appartenenti al filone affiorante a sud del Lago di Nambrone, ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	77,61	1,292
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	12,09	0,119
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	as.	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	0,80	0,005
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,78	0,011
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,03	—
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,38	0,009
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,82	0,068
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	1,02	0,011
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,18	0,051
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,19	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	0,25	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,06	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,04	
Cl		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	as.	
										100,27	
— O = S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	
Somma		.	.	.	.	.	.	.	.	100,25	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

<i>si</i> = 462,5	<i>al</i> = 42,6	
<i>ti</i> = —	<i>fm</i> = 10,8	<i>k</i> = 0,18
	<i>c</i> = 24,4	<i>mg</i> = 0,30
	<i>alk</i> = 22,2	<i>c/fm</i> = 2,26

valori che nell'insieme corrispodono abbastanza bene a quelli di un magma trondhjemitico di tipo *si*-oligoclasitico con *si* leggermente in eccesso (29).

L'aplite dell'alta Val Nambrone, tanto per la composizione mineralogica, quanto per quella chimica, è da ritenersi un'aplite tonalitica, dello stesso tipo di quella del forte Hamlin sul Yukon (Alaska), studiata e chiamata da SPURR (43) « yukonite ». Per comodità di confronto riporto nella tabella che segue, accanto ai risultati dell'analisi della yukonite di Val Nambrone (I), quelli della yukonite di Hamlin (II) non che le relative formule magmatiche.

	I	II
Si O ₂	77,61	74,79
Ti O ₂	tracce	0,17
Zr O ₂	tracce	—
Al ₂ O ₃	12,09	12,59
Cr ₂ O ₃	as.	—
Fe ₂ O ₃	0,80	1,19
Fe O	0,78	n.d.
Mn O	0,03	tracce
Mg O	0,38	0,31
Ca O	3,82	3,58
Sr O	tracce	0,00
Ba O	0,02	0,00
K ₂ O	1,02	0,21
Na ₂ O	3,18	5,10
H ₂ O —	0,19	0,09
H ₂ O +	0,25	1,03
P ₂ O ₅	0,06	tracce
S	0,04	—
Cl	tracce	—
F	as.	—
C O ₂	—	0,58
	<hr/>	<hr/>
	100,27	99,64
— O = S	0,02	—
	<hr/>	<hr/>
Somma	100,25	99,64

	si	ti	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
I	462,5	—	42,6	10,8	24,4	22,2	0,18	0,30	2,26
II	422	0,7	42	7,5	22	28,5	0,03	0,34	2,93

C) APLITI DIORITICHE

Filoni di tipiche apliti dioritiche furono notati nella Valle d'Amola e nella bassa Val Nambrone. Nella Valle d'Amola, circa 300 metri a nord-ovest del Rifugio SEGANTINI affiora un filone di notevole potenza, raggiungendo esso uno spessore di circa tre metri, mentre molto meno potenti sono altri due filoni della bassa Val Nambrone, non superando essi il mezzo metro, che si trovano rispettivamente uno sulla destra del torrente Nambrone e l'altro sulla sinistra poco a monte dell'imbocco della valle.

Nella descrizione terrò separata l'aplite dioritica del filone della Valle d'Amola da quella dei filoni della bassa Val Nambrone, perché alquanto differenti sia per aspetto che per composizione mineralogica e chimica.

a) Aplite dioritica della Valle d'Amola.

All'osservazione macroscopica della roccia, a grana piuttosto minuta, è già possibile individuarne i componenti più importanti che sono: feldspato, quarzo e biotite.

All'esame microscopico l'aplite della Valle d'Amola, a struttura panidiomorfa, si rivela costituita essenzialmente da abbondante feldspato associato a quantità notevole di quarzo e ad una discreta quantità di biotite. Figurano quali componenti accessori: apatite, zircone e pirite.

Il feldspato, che indubbiamente è il componente più importante della roccia, è quasi tutto plagioclasio, figurandovi l'ortoclasio assai scarso.

L'ortoclasio, di rado zonato, è talvolta fresco, tal'altra presenta un progressivo intorbidamento lungo le tracce di sfaldatura o lungo i limiti fra zona e zona negli individui a struttura zonata, con formazione qua e là di laminette di muscovite.

Il plagioclasio, non molto frequentemente zonato, è sempre geminato: sovente secondo la legge dell'albite, o anche albite-periclino, più raramente secondo la legge di Carlsbad o albite-Carlsbad.

Negli individui non zonati, con l'impiego del piatto di FEDOROW, ho determinato:

$$+ 2 V = 87^{\circ}.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 23^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{57} An_{43}$, che è in buon accordo con quella $Ab_{60} An_{40}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 87^\circ$.

Una serie di misure eseguite sugli individui zonati hanno permesso di determinarne la composizione: periferia $Ab_{72} An_{28}$; interno $Ab_{57} An_{43}$.

Il plagioclasio sovente è fresco, piuttosto di rado presenta segni manifesti di alterazione con formazione generalmente di epidoto clinozoisitico nell'interno degli individui zonati, e di squamette micacee negli individui non zonati.

Il quarzo, in granuli a contorni irregolari e masserelle che si insinuano fra gli individui di feldspato, non presenta nulla di particolare.

La biotite, in lamine di dimensioni piuttosto piccole, raramente è fresca, presentandosi quasi sempre profondamente trasformata in clorite o in epidoto pistacitico.

Fra i componenti accessori, l'apatite in prismetti, e lo zirconio in granuli, sono piuttosto rari e sovente inclusi nella biotite; la pirite, in granuli talvolta parzialmente limonitizzati, è pure molto scarsa.

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	. . . . .	62,23	1,036
Ti	O ₂	. . . . .	0,26	0,003
Zr	O ₂	. . . . .	0,01	—
Al ₂	O ₃	. . . . .	21,06	0,207
Cr ₂	O ₃	. . . . .	as.	—
Fe ₂	O ₃	. . . . .	0,64	0,004
Fe	O	. . . . .	1,39	0,019
Mn	O	. . . . .	0,03	—
Mg	O	. . . . .	0,89	0,022
Ca	O	. . . . .	6,76	0,121
Sr	O	. . . . .	tracce	—
Ba	O	. . . . .	0,02	—
K ₂	O	. . . . .	1,93	0,021
Na ₂	O	. . . . .	3,75	0,061
H ₂	O —	. . . . .	0,14	
H ₂	O +	. . . . .	0,62	
P ₂	O ₅	. . . . .	0,10	
S		. . . . .	0,08	
Cl		. . . . .	0,01	
F		. . . . .	tracce	
			99,92	
— O = S + Cl		. . . . .	0,03	
Somma		. . . . .	99,89	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{llll}
 si = 225,7 & al = 45,1 & & \\
 ti = 0,7 & fm = 10,7 & k = 0,26 & \\
 & c = 26,4 & mg = 0,45 & \\
 & alk = 17,8 & c/fm = 2,47 &
 \end{array}$$

valori che nell'insieme corrispondono discretamente a quelli di un magma plagioclasitico di tipo oligoclasitico (29).

L'aplite della Valle d'Amola, sia per la composizione mineralogica che per quella chimica, è da considerarsi un'aplite dioritica.

b) Aplite leucodioritica della bassa Val Nambrone.

All' esame macroscopico, data la grana minutissima della roccia, è impossibile discernerne i componenti, che si risolvono al microscopio in un aggregato minuto di feldspato prevalente, associato a pochissimo quarzo, epidoti e muscovite. Si notano quali accessori: biotite, apatite e zircone. Il feldspato, quasi sempre profondamente alterato, è rappresentato in massima parte da plagioclasio, figurandovi l'ortoclasio assai subordinato.

L'ortoclasio, in individui di dimensioni piuttosto esigue, che talvolta appaiono zonati, tal'altra no, assai di rado è fresco, essendo quasi sempre torbido con segni evidenti di alterazione più o meno avanzata e formazione di prodotti micacei molto fini, fra cui si scorgono talvolta qua e là laminette di tipica muscovite.

Il plagioclasio, in individui irregolari sia per forma che per sviluppo, ora appare zonato, ora no; in ambidue i casi però è sempre geminato: sovente secondo la legge dell'albite, più raramente secondo la legge di Carlsbad o albite-Carlsbad, e rarissimamente secondo la legge albite-periclino. Anch'esso, come l'ortoclasio, è sempre più o meno profondamente alterato, tanto che con difficoltà ho potuto trovare qualche individuo non zonato che si prestasse per misure, i cui risultati offrissero una certa attendibilità. I prodotti di alterazione, copiosi e a grana minutissima, non sempre sono risolvibili e determinabili, neanche a forti ingrandimenti, specialmente quando si tratta di prodotti di natura micacea; mentre sono meglio determinabili i prodotti identificabili con la zoisite o la clinozoisite.

Con l'aiuto del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 80^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 27^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{52} An_{48}$, che è in buon accordo con quella $Ab_{54} An_{46}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 80^\circ$ testé determinato.

Il quarzo, in granuli e masserelle che si insinuano fra gli individui feldspatici, come fu già notato, è rarissimo.

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{llll} si = 183,5 & al = 47,9 & & \\ ti = - & fm = 3,4 & k = 0,12 & \\ & c = 30,6 & mg = 0,44 & \\ & alk = 18,1 & c/fm = 9,0 & \end{array}$$

valori che nell'insieme corrispondono assai bene a quelli di un magma plagioclasitico di tipo andesinitico (29).

L'aplite della bassa Val Nambrone, sia per la composizione mineralogica che per quella chimica, è da ascriversi al gruppo di rocce chiamate da JOHANNSEN (21) « apliti leucodioritiche ».

E' singolare la corrispondenza della composizione della nostra aplite leucodioritica con la composizione dell'aplite leucodioritica (plagiaplite) del Koswinsky (Urali), in filoni entro le pirosseniti. A scopo di confronto riporto nella tabella che segue l'analisi dell'aplite leucodioritica della Val Nambrone (I) e la media di quattro analisi data da DUPARC e PAMFIL (12) per la plagiaplite del Koswinsky (II), non che le relative formule magmatiche.

		I	II
Si	O ₂	57,31	59,48
Ti	O ₂	tracce	—
Zr	O ₂	0,01	—
Al ₂	O ₃	25,36	24,10
Cr ₂	O ₃	as.	—
Fe ₂	O ₃	0,52	0,66
Fe	O	0,28	—
Mn	O	0,02	—
Mg	O	0,33	0,39
Ca	O	8,89	8,21
Sr	O	n.d.	—
Ba	O	0,01	—
K ₂	O	1,04	0,49
Na ₂	O	5,15	6,67
H ₂	O —	0,22	—
H ₂	O +	0,53	—
P ₂	O ₅	tracce	—
S		0,04	—
Cl		tracce	—
F		as.	—
		99,71	100,00
— O = S		0,02	—
omma		99,69	100,00

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	183,5	—	47,9	3,4	30,6	18,1	0,12	0,44	9,0
II	194	—	46	3,5	28,5	22	0,05	0,54	8,1

3. — Filoni di porfiriti quarzifero - biotitiche.

I filoni di porfiriti quarzifero-biotitiche si trovano entro la diorite quarzifero-biotitica dell'alta Val Nambrone. Si tratta di due filoni della potenza di circa un metro costituiti da una roccia a struttura porfirica, nella cui pasta fondamentale grigio-scura, finemente granulare, si notano fenocristalli di feldspato e di biotite.

All'esame microscopico questa prima generazione di cristalli si rivela costituita essenzialmente da individui di ortoclasio, di plagioclasio e di quarzo, non che da grandi lamine di biotite, immersi in una pasta fondamentale nettamente olocristallina, granulare, feldspatico-quarzosa. Il plagioclasio accusa sovente fenomeni protoclastici marcati ed evidenti: individui rotti, con i frammenti spostati e ricementati da quarzo (tav. I, fig. 3).

L'ortoclasio, in quantità piuttosto subordinata rispetto al plagioclasio, non presenta nulla di particolare: generalmente è fresco, e solo raramente è stato osservato qualche individuo alterato con formazione di muscovite.

Il plagioclasio, che talvolta presenta struttura zonata, è geminato secondo la legge dell'albite, più raramente secondo la legge di Carlsbad o albite-Carlsbad, e rarissimamente secondo la legge albite-periclino.

Negli individui non zonati, con l'impiego del piatto di FEDOROW, ho determinato:

$$+ 2 V = 79^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 27^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{52} An_{48}$, che è in buon accordo con quella $Ab_{53} An_{47}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 79^\circ$ testé determinato.

Negli individui zonati fu determinata la seguente composizione: periferia $Ab_{67} An_{33}$; interno $Ab_{43} An_{57}$.

Il plagioclasio è quasi sempre fresco, e ben di rado si notano individui con segni evidenti di alterazione, con formazione di squamette micacee o di granuli di zoisite o clinozoisite.

I fenocristalli di quarzo sono assai scarsi e generalmente presentano estinzione ondulosa.

La biotite, in lamine di dimensioni anche notevoli, a contorni irregolari, con i soliti caratteri di questo minerale, non di rado rivela segni evidenti di alterazione, con formazione di epidoto di tipo pistacitico, più raramente di clorite. Include talvolta prismetti di apatite o granuli di zircone.

La pasta fondamentale è data da un aggregato essenzialmente feldspatico, granulare, con poco quarzo: il feldspato è

quasi tutto plagioclasio e della stessa natura, almeno per quanto mi fu dato di osservare, dei fenocristalli della prima generazione.

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	54,60	0,909
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	1,15	0,014
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	16,07	0,158
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	as.	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	2,04	0,013
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	6,96	0,097
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,18	0,003
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,95	0,098
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	8,83	0,158
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	n.d.	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	1,59	0,017
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	2,52	0,041
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,23	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	1,58	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,05	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,01	
Cl		.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
										99,78	
— O = S + Cl										0,01	
Somma										99,77	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

<i>si</i> = 152,0	<i>al</i> = 26,4	
<i>ti</i> = 2,3	<i>fm</i> = 37,5	<i>k</i> = 0,29
	<i>c</i> = 26,4	<i>mg</i> = 0,44
	<i>alk</i> = 9,7	<i>c/fm</i> = 0,70

valori che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma dioritico normale (29).

4. Filoni lamprofirici.

L'esistenza di filoni di tipo lamprofirico legati al massiccio intrusivo dell'Adamello è nota da tempo, specialmente per opera di RIVA (35), di SALOMON (39), di BIANCHI e G. B. DAL PIAZ (4); non mi risulta però che ne siano mai stati segnalati nella zona da me rilevata e in quelle finitime. V'è di più; mentre, come ebbi agio di accennare in una mia recentissima nota preliminare (16), mi fu possibile identificare filoni costituiti da *minettes*, dei parecchi tipi di lamprofiri già noti (kersantiti, spessartiti, odiniti, malchiti, ecc.) non rintracciai che le malchiti.

Caratteri generali dei filoni lamprofirici della Val Nambrone sono l'esiguità della potenza, non superando mai il mezzo metro di spessore, e la relativa scarsità, in contrapposto ai filoni poco differenziati o differenziati in senso leucocratico, generalmente più potenti, raggiungenti talvolta qualche metro di spessore, e notevolmente più frequenti.

A) MALCHITI

Dei filoni di tipiche malchiti si notano poco ad est di Cima Quattro Cantoni nella Valle d'Amola, a sud-est del Lago Vedretta, a ovest del Passo Serodoli nell'alta Val Nambrone e a nord-est del M. Ghirlo nel tratto medio della valle. Si tratta generalmente di filoni di potenza piuttosto esigua, variante da qualche decina di centimetri a circa mezzo metro, costituiti da rocce di colore grigio o grigio-verdastro chiaro, tenacissime, tendenti talvolta a struttura porfirica, dovuta all'idiomorfismo di lamelle feldspatiche, di laminette di biotite e di prismetti di orneblenda verde.

All'esame microscopico le rocce rivelano struttura granulare, olocristallina, con accenni qua e là a struttura porfirica per l'idiomorfismo talvolta netto, tanto degli elementi sialici, rappresentati quasi esclusivamente da feldspati, quanto degli elementi femici: biotite e orneblenda. Non è poi raro il caso di notare una certa tendenza alla struttura intersertale (tav. I, fig. 4), dovuta all'intreccio di numerose lamelle plagioclasiche idiomorfe, nei cui vani si annida generalmente il quarzo, più raramente l'ortoclasio, ambedue nettamente allotriomorfi.

Il feldspato è rappresentato prevalentemente da plagioclasio, mentre l'ortoclasio è quanto mai scarso.

L'ortoclasio, in individui di dimensioni generalmente non molto grandi, non presenta nulla di particolare all'infuori della frequente alterazione più o meno avanzata con formazione di abbondanti laminette di muscovite.

Il plagioclasio, in lamelle piuttosto irregolari sia per forma che per sviluppo, negli individui maggiori presenta una certa tendenza all'idiomorfismo. E' geminato frequentemente secondo la legge dell'albite, più di rado secondo la legge albite-Carlsbad, e rarissimamente secondo la legge albite-periclino.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 82^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 22^\circ.$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{58} An_{42}$ che è in ottimo accordo con quella $Ab_{56} An_{44}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 82^\circ$ testé determinato.

Il plagioclasio è quasi sempre fresco, assai raramente presenta segni manifesti di alterazione, con formazione generalmente di squamette micacee piccolissime.

Il quarzo, che appare piuttosto raro, si presenta in granuli irregolari e masserelle che fanno da riempimento ai vani lasciati liberi dalle lamelle plagioclastiche, che non di rado si intersecano.

Fra gli elementi femici predomina decisamente l'anfibolo con i soliti caratteri dell'orneblenda verde. Infatti si tratta di individui generalmente di dimensioni varie, con accenni ad idiomorfismo negli individui maggiori, con tracce nettissime della doppia sfaldatura anfibolica e pleocroismo forte:

α = giallo-verdolino

β = verde-marcio

γ = verde-azzurro.

Assorbimento $\gamma > \beta > \alpha$, carattere ottico negativo. Le misure dell'angolo di estinzione diedero come massimo:

$$c: \gamma = 20^\circ.$$

L'orneblenda è quasi sempre fresca, rarissimamente si nota qualche individuo leggermente cloritizzato.

La biotite, generalmente in lamine di dimensioni notevoli, a contorni irregolari, con colore carico e pleocroismo assai intenso

dal giallo chiaro, verdolino, al bruno rossastro, sebbene in quantità apprezzabile, appare decisamente subordinata rispetto all'orneblenda. In luce convergente si rivela debolmente biassica. Talvolta è fresca, tal'altra appare notevolmente alterata con formazione di clorite, più raramente di epidoto pistacitico. Contiene sovente incluse delle lamelle feldspatiche.

Fra i componenti accessori sono da ricordare l'apatite, lo zircone, e ossidi di ferro: la prima in prismetti e granuli ed il secondo in granuli, ambedue generalmente inclusi nella biotite; gli ossidi di ferro, inclusi quasi sempre nell'orneblenda, furono identificati con opportuni saggi (sia in sezione sottile, sia sulla polvere della roccia) con la magnetite.

L'analisi della roccia, eseguita su materiale tolto da campioni provenienti da un filone affiorante poco ad est di Cima Quattro Cantoni, nella Valle d'Amola, ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	52,89	0,881
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	0,84	0,011
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	0,02	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	19,38	0,190
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	as.	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	2,22	0,014
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	5,91	0,082
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	0,15	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	4,40	0,109
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	8,45	0,151
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	n.d.	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	0,01	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	1,56	0,017
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	3,02	0,049
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	0,10	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	1,00	+ 0
P ₅	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	0,14	
S		.	.	.	.	.	.	.	0,06	
Cl		.	.	.	.	.	.	.	tracce	
F		.	.	.	.	.	.	.	tracce	
									100,15	
— O = S									0,02	
Somma									100,13	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$$\begin{array}{llll} si = 140,5 & al = 30,3 & & \\ ti = 1,8 & fm = 35,1 & k = 0,26 & \\ & c = 24,1 & mg = 0,49 & \\ & alk = 10,5 & c/fm = 0,69 & \end{array}$$

valori che nell'insieme corrispondono assai bene a quelli di un magma dioritico normale (29).

Una malchite avente composizione assai prossima a quella di Cima Quattro Cantoni (I) e legata al massiccio intrusivo tonalitico dell'Adamello è quella del Monte Costone (II) in Val Bona, descritta recentemente dal BIANCHI (4). Così pure la porfiriti quarzifero-biotitica dell'alta Val Nambrone (III), precedentemente descritta, possiede una composizione molto vicina a quella della nostra malchite.

A scopo di confronto riporto nella tabella che segue i risultati delle analisi dei tre tipi di rocce e le relative formule magmatiche.

	I	II	III
Si O ₂	52,89	52,24	54,60
Ti O ₂	0,84	0,39	1,15
Zr O ₂	0,02	—	tracce
Al ₂ O ₃	19,38	17,51	16,07
Cr ₂ O ₃	as.	—	as.
Fe ₂ O ₃	2,22	5,73	2,04
Fe O	5,91	3,34	6,96
Mn O	0,15	0,17	0,18
Mg O	4,40	2,62	3,95
Ca O	8,45	8,87	8,83
Sr O	n.d.	—	n.d.
Ba O	0,01	0,09	tracce
K ₂ O	1,56	1,30	1,59
Na ₂ O	3,02	3,88	2,52
H ₂ O —	0,10	2,01	0,23
H ₂ O +	1,00	0,24	1,58
P ₂ O ₅	0,14	0,26	0,05
S	0,06	—	0,01
Cl	tracce	—	0,02
F	tracce	—	tracce
C O ₂	—	1,18	—
	100,15	99,83	99,78
— O = S + Cl	0,02	—	0,01
. . . 100,13	99,83	99,77	Somma

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	140,5	1,8	30,3	35,1	24,1	10,5	0,26	0,49	0,69
II	147	0,82	29	31,3	26,8	12,9	0,18	0,35	0,86
III	152,0	2,3	26,4	37,5	26,4	9,7	0,29	0,44	0,70

B) "MINETTES"

Di filoni costituiti da *minettes* è già stato fatto cenno da me in una recentissima nota preliminare (16), in cui segnalavo appunto, per la prima volta, la presenza di questi interessanti tipi litologici legati al grande plutonite dell'Adamello. Ai due filoni allora segnalati rispettivamente nella Valle d'Amola e nel vallone Scarpacò, ne devo ora aggiungere un terzo costituito da *minette* quarzifera affiorante nella zona del Rifugio SEGANTINI, nella Valle d'Amola, che descriverò per primo.

a) "Minette" quarzifera.

Il filone di *minette* quarzifera, della potenza di circa mezzo metro, affiora 200 metri a nord-ovest del Rifugio SEGANTINI, nella Valle d'Amola. Alle salbande di questo filone principale si osservano poi altresì alcuni altri filoncelli e vene dello spessore variabile da qualche centimetro ad una diecina di centimetri, costituiti dalla stessa roccia di colore grigio scuro, che macroscopicamente appare regolarmente granulare, a grana minutissima, lucente, costituita prevalentemente da biotite, e subordinatamente da quarzo e feldspato.

All'esame microscopico la roccia, a struttura panidiomorfa (tav. I, fig. 5), appare essenzialmente costituita, in ordine di abbondanza, da biotite, quarzo e feldspato, mentre figurano quali accessori: apatite, zircone, ilmenite e pirite.

La biotite si presenta in lamine di dimensioni piuttosto esigue o mediamente grandi, con colore piuttosto carico e pleocroismo forte dal giallo chiaro al bruno rossastro, che in luce convergente si rivelano uniassiche.

Il quarzo, in granuli irregolari sia per forma che per sviluppo, non presenta nulla di particolare.

Dei feldspati sono rappresentati tanto l'ortoclasio quanto il

plagioclasio, con netta preponderanza del primo, figurando il secondo assai raramente.

L'ortoclasio, in individui di dimensioni piuttosto ridotte, con nette tracce di sfaldatura secondo $\{001\}$ e $\{010\}$, è talvolta geminato secondo la legge di Carlsbad. E' generalmente fresco, e solo assai di rado presenta segni di incipiente alterazione, rivelata da un percettibile intorbidamento.

Il plagioclasio, in individui di dimensioni assai esigue, è piuttosto raro e generalmente geminato secondo la legge dell'albite, più raramente secondo la legge di Carlsbad.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 85^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 20^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{60} An_{40}$, che è in ottimo accordo con quella $Ab_{59} An_{41}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 85^\circ$ testé determinato.

Fra i componenti accessori l'apatite si presenta in prismetti o in granuli, e lo zircone in granuli, inclusi ambedue sovente nella biotite e più raramente negli altri componenti della roccia.

L'ilmenite, in granuli e laminette, è indubbiamente uno dei componenti accessori più importanti; inclusa sovente nella biotite e più di rado negli altri componenti della roccia, presenta quasi sempre una bordatura torbida, biancastra, leucoxenica.

La pirite, in granuli, talvolta è fresca, tal'altra appare leggermente limonitizzata.

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	69,23	1,153
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	1,95	0,024
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	6,40	0,063
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	as.	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	1,99	0,013
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	7,48	0,104
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,12	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	6,02	0,149
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,51	0,009
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,03	—
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,73	0,040
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,73	0,012
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,23	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	1,06	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,14	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,12	
Cl		.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
										99,77	
— O = S + Cl										0,05	
Somma										99,72	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

<i>si</i> = 285,5	<i>al</i> = 15,6	
<i>ti</i> = 6,0	<i>fm</i> = 69,4	<i>k</i> = 0,77
	<i>c</i> = 2,2	<i>mg</i> = 0,53
	<i>alk</i> = 12,8	<i>c/fm</i> = 0,03

valori che nell'insieme, fatta eccezione per quello di *si*, che appare un po' troppo elevato, potrebbero corrispondere abbastanza bene a quelli di un magma lamproitico, compreso fra i magmi di tipo jumillitico e di tipo biotitico (29), a cui si possono appunto ricondurre parecchie *minettes*.

A vero dire già l'associazione mineralogica presentata dalla nostra roccia filoniana appariva piuttosto singolare, poiché se i componenti mineralogici erano, almeno qualitativamente, quelli di una *minette*, non si poteva però negare che quantitativamente qualcuno di essi figurasse in rapporto fuori del comune: alludo al quarzo. Infatti se nelle comuni *minettes* il quarzo può mancare affatto o figurare come componente accessorio, nella nostra vi entra come componente essenziale, ciò che giustifica poi l'elevato tenore in biossido di silicio dato dall'analisi chimica e, conseguentemente, anche il troppo alto valore di *si* testé messo in evidenza. *Minettes* ricche in quarzo come quella da me testé descritta, non mi risulta ne siano note all'infuori di una *minette* quarzifera dell'isola Jersey, accennata appena da LACROIX (24) senza che per altro ne abbia dato la descrizione petrografica e l'analisi chimica.

Tenuto perciò conto della composizione mineralogica della roccia filoniana della Valle d'Amola, non che della sua composizione chimica, mi pare giustificato chiamarla *minette* quarzifera.

b) "Minette" della Valle d'Amola.

La *minette* nella Valle d'Amola si presenta in filoncelli di potenza piuttosto esigua, al massimo una diecina di centimetri, ed estesi in direzione per qualche metro.

Il materiale da me studiato proviene da alcuni filoncelli affioranti 700 metri a ovest del Rifugio SEGANTINI, non molto discosto dalla traccia del sentiero che conduce alla Presanella. Tali filoni, di colore grigio ferro, risaltano immediatamente sullo sfondo chiaro della tonalite a facies normale, e richiama particolarmente l'attenzione la superficie affiorante della roccia resa tutta cretata e dentellata dai fenomeni di erosione.

La *minette* della Valle d'Amola, di colore grigio ferro, macroscopicamente appare regolarmente granulare, a grana minutissima, lucente, con elementi femici e sialici in proporzioni press'a poco uguali e di dimensioni equivalenti.

All'esame microscopico è facile rilevare che nella roccia a struttura panidiomorfa (tav. I, fig. 6), gli elementi femici sono essenzialmente rappresentati da biotite, costituente indubbiamente predominante, mentre gli elementi sialici sono dati da feldspati: ortoclasio e plagioclasio.

Fra i componenti accessori tiene il primo posto il pirosseno, mentre il quarzo, l'apatite, lo zirconio, gli ossidi di ferro e la piritite appaiono subordinati.

La biotite si presenta in lamine di dimensioni assai variabili, per lo più mediamente grandi, a contorni irregolari, con colore carico e pleocroismo intenso dal giallo chiaro al bruno rossastro, che in luce convergente si rivelano uniassiche. Sovente è fresca, non mancano tuttavia lamine che accusano fenomeni di alterazione più o meno profonda, resi manifesti dalla trasformazione in clorite, quasi sempre con contemporanea formazione di epidoto di tipo pistacitico, di grumetti di prodotti ferruginosi finissimi, non sicuramente identificabili, e di rutilo.

I feldspati sono rappresentati dall'ortoclasio e dal plagioclasio, con netta preponderanza del primo.

L'ortoclasio si presenta per lo più in individui irregolari sia per forma che per sviluppo, con tracce di sfaldatura secondo $\{001\}$ e $\{010\}$ nette e ben visibili; frequentemente è geminato secondo la legge di Carlsbad.

L'ortoclasio sovente è fresco, più raramente presenta un progressivo intorbidamento lungo le tracce di sfaldatura, intorbidamento che talvolta si estende a tutto o a quasi tutto il cristallo, con formazione di muscovite.

Il plagioclasio, in individui generalmente di dimensioni non molto grandi, talvolta con poche tracce di sfaldatura secondo $\{110\}$ e $\{\bar{1}10\}$ non rigorosamente rettilinee, ben visibili, è sovente geminato secondo la legge dell'albite, con lamelle di geminazione talvolta fini e serrate, più di rado secondo la legge di Carlsbad; abbastanza frequente è pure la geminazione albite-periclino e non manca la geminazione albite-Carlsbad.

Con l'impiego del piatto di FEDOROW ho determinato:

$$+ 2 V = 84^\circ.$$

L'estinzione nella zona simmetrica, determinata ancora mediante il piatto di FEDOROW, raggiungendo il massimo, ha dato:

$$\varphi = 21^\circ,$$

a cui corrisponde nel diagramma di BEREK un plagioclasio della composizione $Ab_{59} An_{41}$, che è in ottimo accordo con quella $Ab_{58} An_{42}$ che si calcola dal valore $+ 2 V = 84^\circ$ testé determinato.

Il plagioclasio assai sovente è fresco, più di rado presenta segni evidenti di alterazione, ora con formazione di squamette micacee piccolissime, ora con produzione di epidoto di tipo pistacitico o zoisitico.

Fra i componenti accessori che si notano con una certa frequenza vi è un pirosseno rombico, generalmente in grani di non grandi dimensioni, incolore, con birifrangenza bassa di segno positivo, da ascriversi all'enstatite.

Rarissimamente l'enstatite è fresca, presentandosi quasi sempre più o meno completamente trasformata in talco. Infatti i grani di pirosseno appaiono talvolta con un bordo costituito da un fitto feltro di squamette talcose che si insinuano poi altresì a guisa di nastro lungo le linee di frattura, tal'altra invece si presentano anche più profondamente alterati con pseudomorfosi completa di un feltro di laminette di talco su enstatite.

Il quarzo, in grani di dimensioni mediocri, a contorni irregolari, non presenta nulla di particolare.

L'apatite in prismetti e lo zircone in granuli, inclusi in tutti gli altri componenti della roccia e specialmente nella biotite, non mancano mai, sebbene vi figurino piuttosto subordinati rispetto ad altri componenti accessori. Gli individui di zircone inclusi nella biotite presentano quasi sempre ampie aureole policroiche.

Gli ossidi di ferro si notano con una certa frequenza in forma di granuli, inclusi in tutti i componenti della roccia. Con opportuni saggi, sia sulla polvere della roccia, sia sulle sezioni sottili, potei accertarmi che si trattava di magnetite.

La pirite è piuttosto rara.

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	40,06	0,667
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	2,02	0,032
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	0,01	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	25,97	0,255
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	3,78	0,024
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	8,17	0,114
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,11	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,78	0,094
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	8,12	0,145
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,08	0,001
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	3,96	0,042
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	1,66	0,027
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,31	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	1,57	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,14	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
										99,78	
— O = S										0,04	
Somma										99,74	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

<i>si</i>	= 91,8	<i>al</i>	= 35,1		
<i>ti</i>	= 4,3	<i>fm</i>	= 35,3	<i>k</i>	= 0,61
		<i>c</i>	= 20,1	<i>mg</i>	= 0,36
		<i>alk</i>	= 9,5	<i>c_ffm</i>	= 0,57

che nell'insieme corrispondono abbastanza bene a quelli di un magma dioritico-quarzifero di tipo tonalitico-sommaitico (29).

Il lamprofiro della Valle d'Amola dunque sia per la composizione mineralogica che per quella chimica, è da ascriversi al gruppo delle *minettes*; carattere non tanto comune è il tenore un po' elevato in ossido di alluminio, già notato in qualche

minette (*), che verosimilmente va messo in relazione con la composizione complessiva del magma tonalitico dalla cui differenziazione ebbe origine la nostra roccia (**).

c) "Minette" del vallone Scarpacò.

La *minette* del vallone Scarpacò appartiene ad un filone della potenza di qualche diecina di centimetri affiorante a sud-est del laghetto Scarpacò. Si tratta di un lamprofiro di colore grigio-azzurrognolo, che macroscopicamente appare regolarmente granulare, a grana minutissima, lucente, con elementi femici e sialici in proporzioni presso che uguali.

All' esame microscopico non è difficile rilevare che, nella roccia a struttura panidiomorfa, i componenti mineralogici sono ancora gli stessi della *minette* della Valle d'Amola, essendo gli elementi femici rappresentati essenzialmente da biotite e quelli sialici da feldspato. Fra i componenti accessori sono da annoverarsi anche qui: quarzo, pirosseno, apatite, zircone, qualche rarissimo individuo di ortite, ossidi di ferro e pirite.

La biotite presenta i caratteri testé descritti per la biotite della *minette* della Valle d'Amola.

Fra i feldspati tiene il primo posto il feldspato potassico, mentre il plagioclasio si trova assai subordinato; il primo è rappresentato quasi sempre da ortoclasio fresco e più raramente da microperthite ortoclasica, il secondo, determinato con l'ausilio del piatto di FEDOROW, rivelò una composizione identica a quella del plagioclasio della *minette* testé descritta: $Ab_{58} An_{42}$.

Sui componenti accessori nulla di particolare da aggiungere a quanto fu detto per quelli della *minette* della Valle d'Amola all'infuori della loro frequenza: qua il quarzo e l'apatite appaiono un po' più sovente, mentre non si notano che rari relitti di pirosseno rombico di tipo enstatitico, trasformato quasi completamente in talco; rarissimi lo zircone, l'ortite, la magnetite e la pirite.

(*) In una *minette* di Butte (Robinson) nel Nevada H. Ross trovò 25,86% di Al_2O_3 (Bull. Dep. Geol. Un. Cal., IV, 1906, pag. 346).

(**) Tenori elevati in ossido di alluminio non sono senza precedenti nelle rocce filoniane legate al massiccio tonalitico dell'Adamello: il RIVA (33) ha descritto ed analizzato una porfirite di Val Moja contenente il 25,51% di Al_2O_3 .

L'analisi della roccia ha dato i seguenti risultati:

Si	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	42,06	0,700
Ti	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	1,27	0,016
Zr	O ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Al ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	26,93	0,264
Cr ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	—
Fe ₂	O ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	1,90	0,012
Fe	O	.	.	.	.	.	.	.	.	6,95	0,097
Mn	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,12	0,002
Mg	O	.	.	.	.	.	.	.	.	2,94	0,073
Ca	O	.	.	.	.	.	.	.	.	8,84	0,158
Sr	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,03	—
Ba	O	.	.	.	.	.	.	.	.	0,09	0,001
K ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	5,01	0,053
Na ₂	O	.	.	.	.	.	.	.	.	1,36	0,022
H ₂	O —	.	.	.	.	.	.	.	.	0,20	
H ₂	O +	.	.	.	.	.	.	.	.	2,35	
P ₂	O ₅	.	.	.	.	.	.	.	.	0,07	
S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,07	
F		.	.	.	.	.	.	.	.	tracce	
										100,19	
— O = S		.	.	.	.	.	.	.	.	0,02	
Somma		.	.	.	.	.	.	.	.	100,17	

Da questi dati analitici, per la rappresentazione diagrammatica di NIGGLI, si calcolano i seguenti valori:

$si = 100,8$	$al = 38,0$	
$ti = 2,3$	$fm = 28,3$	$k = 0,71$
	$c = 22,9$	$mg = 0,37$
	$alk = 10,8$	$c/fm = 0,81$

che nell'insieme corrispondono ancora abbastanza bene a quelli di un magma dioritico-quarzifero di tipo tonalitico-sommatitico (29).

A scopo di confronto riporto nella tabella che segue i risultati dell'analisi della *minette* della Valle d'Amola (I) e di quella

del vallone Scarpacò (II) e le relative formule magmatiche:

	I	II
Si O ₂	40,06	42,06
Ti O ₂	2,02	1,27
Zr O ₂	0,01	tracce
Al ₂ O ₃	25,97	26,93
Cr ₂ O ₃	tracce	tracce
Fe ₂ O ₃	3,78	1,90
Fe O	8,17	6,95
Mn O	0,11	0,12
Mg O	3,78	2,94
Ca O	8,12	8,84
Sr O	0,02	0,03
Ba O	0,08	0,09
K ₂ O	3,96	5,01
Na ₂ O	1,66	1,36
H ₂ O —	0,31	0,20
H ₂ O +	1,57	2,35
P ₂ O ₅	0,02	0,07
S	0,14	0,07
F	tracce	tracce
	99,78	100,19
— O = S	0,04	0,02
Somma	99,74	100,17

	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
I	91,8	4,3	35,1	35,3	20,1	9,5	0,61	0,36	0,57
II	100,8	2,3	38,0	28,3	22,9	10,8	0,71	0,37	0,81

Uno sguardo ai dati della tabella permette di concludere che le due *minettes* hanno una composizione assai prossima; le leggere differenze nei tenori di alcuni ossidi trovano plausibile spiegazione nella diagnosi microscopica che rivelò nella *minette* del vallone Scarpacò una leggera variazione nel rapporto di alcuni componenti.

CHIMISMO DEL COMPLESSO ERUTTIVO DELLA VAL NAMBRONE

Allo scopo di dare il quadro della differenziazione magmatica del complesso eruttivo affiorante nella Val Nambrone, e facente parte del grandioso massiccio dell'Adamello, raccolgo qui ora tutte le analisi e le relative formule magmatiche di NIGGLI delle rocce costituenti la massa principale intrusiva ed i relativi filoni.

Nel quadro I sono riportate le analisi e le relative formule magmatiche che riguardano le rocce a facies tonalitica, dioritica e gli inclusi femici della massa intrusiva principale.

Nel quadro II sono raccolte le analisi e le relative formule magmatiche che riguardano le rocce costituenti i filoni aplitici e i filoni poco differenziati.

Nel quadro III sono invece riportate le analisi e le relative formule magmatiche delle rocce costituenti i filoni porfiritici e i filoni nettamente differenziati in senso lamprofirico.

I tre diagrammi parziali di pagina 78, cioè le figure 3, 4, 5, mostrano la differenziazione chimica di ciascuno dei tre gruppi di rocce considerate.

La figura 3, se si prescinde dalla linea *c*, il cui andamento è un po' irregolare, dà l'immagine di un diagramma normale di differenziazione. Infatti all'aumentare di *si* si ha diminuzione di *fm* e aumento di *al*, *alk*, eccezion fatta per la tonalite basica (N. 4).

Infine non è privo di interesse rilevare che il punto di isofalia cade intorno ad un valore di *si* = 206, cioè assai vicino al teorico (*si* = 200) richiesto dal vecchio tipo magmatico tonalitico di NIGGLI (28), mentre si scosta leggermente dal teorico (*si* = 180) del nuovo tipo magmatico dello stesso NIGGLI (29).

Se si considera poi il chimismo della tonalite anfibolico-biotitica normale e dell'incluso femico, si vede che il valore per *fm* dell'incluso femico, rispetto alla roccia madre, è salito da 29,3 a 43,5, mentre i valori per *al*, *c*, *alk* sono diminuiti.

Dal punto di vista della composizione mineralogica, pur possedendo le due rocce qualitativamente gli stessi componenti, quantitativamente, come si notò a suo tempo, nella tonalite biotitico-anfibolica normale predominano gli elementi sialici, mentre nell'incluso femico predominano quelli femici.

QUADRO I.

COMPOSIZIONE DELLE ROCCE A FACIES TONALITICA, DIORITICA
E DEGLI INCLUSI FEMICI DELLA MASSA INTRUSIVA DELLA VAL
NAMBRONE (MASSICCO DELL'ADAMELLO)

N.	LOCALITÀ	TIPO PETROGRAFICO	TIPI MAGMATICI di NIGGLI
1	Malga Vallina (Alta Val Nambrone)	Tonalite acida, biotitica, priva o povera di orne- blenda	Leucotonalitico
2	Carisolo	Tonalite biotitico-anfibol- ica a tessitura paral- lela primaria, fluidale	Leucotonalitico
3	Rifugio SEGANTINI (Valle d'Amola)	Tonalite biotitico-anfibol- ica normale	Tonalitico
4	Rifugio SEGANTINI (Valle d'Amola)	Tonalite basica ricca di anfibolo	Melaquarzodioritico o tonalitico
5	Buca degli Spini (Alta Val Nambro- ne)	Diorite quarzifero-bioti- tica	Leucotonalitico o quarzodioritico normale
6	Cima Lancia (Val Nambrone)	Inclusi femici nella to- nalite	Orbitico o gabbro- dioritico normale

FORMULE MAGMATICHE DI NIGGLI

N.	si	ti	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
1	258,8	1,4	36,5	24,3	21,5	17,7	0,43	0,40	0,89
2	227,8	1,9	35,8	28,0	21,5	14,7	0,38	0,39	0,77
3	212,5	1,6	33,6	29,3	22,9	14,2	0,38	0,44	0,78
4	174,4	2,7	23,3	49,3	15,8	11,6	0,49	0,45	0,32
5	214,2	1,9	36,4	25,4	23,8	14,4	0,33	0,43	0,94
6	123,9	2,2	25,6	43,5	19,5	11,4	0,49	0,42	0,45

QUADRO I. - ANALISI

	1	2	3	4	5	6
Si O ₂	65,98	63,05	61,90	58,45	61,84	49,42
Ti O ₂	0,45	0,68	0,62	1,20	0,68	1,16
Zr O ₂	0,03	0,03	tracce	0,02	0,02	0,02
Al ₂ O ₃	15,76	16,84	16,66	13,23	17,84	17,36
Cr ₂ O ₃	as.	tracce	as.	as.	as.	0,01
Fe ₂ O ₃	1,20	1,19	1,39	2,22	2,37	3,38
Fe O	3,22	4,36	4,22	8,46	2,63	8,71
Mn O	0,08	0,10	0,13	0,25	0,14	0,25
Mg O	1,67	2,02	2,53	5,04	2,12	4,93
Ca O	5,09	5,54	6,22	4,94	6,47	7,27
Sr O	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce	n. d.
Ba O	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04
K ₂ O	3,00	2,45	2,48	2,99	2,20	3,48
Na ₂ O	2,67	2,63	2,65	2,02	2,82	2,41
H ₂ O —	0,20	0,16	0,36	0,25	0,20	0,25
H ₂ O +	0,84	1,07	0,85	0,97	0,86	1,55
P ₂ O ₅	0,02	0,06	0,03	0,07	0,11	0,03
S	0,05	0,07	0,05	0,07	0,10	0,04
Cl	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
F	as.	tracce	tracce	tracce	tracce	as.
	100,32	100,29	100,11	100,22	100,44	100,33
— O = S + Cl	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02
Somma	100,30	100,26	100,09	100,19	100,40	100,31

QUADRO II.

COMPOSIZIONE DELLE ROCCE COSTITUENTI I FILONI APLITICI
ED I FILONI POCO DIFFERENZIATI DELLA VAL NAMBRONE (MAS-
SICCIO DELL'ADAMELLO)

N.	LOCALITÀ	TIPO PETROGRAFICO	TIPI MAGMATICI di NIGGLI
7	Bocchetta d'Amola	Aplite granitica (alaskite potassica).	Aplitico-granitico o yosemito-aplitico
8	Lago Nambrone	Aplite tonalitica (yuconite)	si · oligoclasitico
9	Lago Vedretta	Granodiorite	Leucotonalitico
10	Rifugio SEGANTINI	Granodiorite	Leucotonalitico
11	Rifugio SEGANTINI	Aplite dioritica	Oligoclasitico
12	Bassa Val Nambro- ne	Aplite leucodioritica	Andesinitico

FORMULE MAGMATICHE DI NIGGLI

N.	si	ti	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
7	409,4	—	47,6	4,7	9,1	38,6	0,67	0,28	1,93
8	462,5	—	42,6	10,8	24,4	22,2	0,18	0,30	2,26
9	240,0	0,9	41,5	16,4	25,7	16,4	0,25	0,32	1,60
10	234,2	1,6	41,1	17,6	24,2	17,1	0,31	0,34	1,37
11	225,7	0,7	45,1	10,7	26,4	17,8	0,26	0,45	2,47
12	183,5	—	47,9	3,4	30,6	18,1	0,12	0,44	9,00

QUADRO II. - ANALISI

	7	8	9	10	11	12
Si O ₂	73,26	77,61	63,91	63,32	62,23	57,31
Ti O ₂	tracce	tracce	0,31	0,55	0,26	tracce
Zr O ₂	tracce	tracce	0,01	0,02	0,01	0,01
Al ₂ O ₃	14,47	12,09	18,79	18,87	21,06	25,36
Cr ₂ O ₃	as.	as.	as.	as.	as.	as.
Fe ₂ O ₃	0,46	0,80	1,93	1,24	0,64	0,52
Fe O	0,26	0,78	1,80	2,52	1,39	0,28
Mn O	0,01	0,03	0,06	0,05	0,03	0,02
Mg O	0,14	0,38	0,92	1,10	0,89	0,33
Ca O	1,50	3,82	6,37	6,09	6,76	8,89
Sr O	n. d.	tracce	n. d.	tracce	tracce	n. d.
Ba O	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
K ₂ O	7,32	1,02	1,72	2,30	1,93	1,04
Na ₂ O	2,28	3,18	3,41	3,30	3,75	5,15
H ₂ O —	0,13	0,19	0,14	0,14	0,14	0,22
H ₂ O +	0,31	0,25	0,66	0,67	0,62	0,53
P ₂ O ₅	tracce	0,06	0,07	0,10	0,10	tracce
S	0,05	0,04	0,07	0,07	0,08	0,04
Cl	0,01	tracce	0,01	0,01	0,01	tracce
F	as.	as.	tracce	tracce	tracce	as.
	100,21	100,27	100,19	100,37	99,92	99,71
— O = S + Cl	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
Somma	100,19	100,25	100,16	100,34	99,89	99,69

QUADRO III.

COMPOSIZIONE DELLE ROCCE COSTITUENTI I FILONI PORFIRITICI
E LAMPROFIRICI DELLA VAL NAMBRONE (MASSICCIO DELL'ADAM-
MELLO)

N.	LOCALITÀ	TIPO PETROGRAFICO	TIPI MAGMATICI di NIGGLI
13	Buca degli Spini (Alta Val Nambrone)	Porfirite quarzifero - biotitica	Dioritico normale
14	Cima Quattro Cantoni (Valle d'Amola)	Malchite	Dioritico normale
15	Rifugio SEGANTINI (Valle d'Amola)	<i>Minette</i> quarzifera	Fra jumillitico e biotitico
16	Rifugio SEGANTINI (Valle d'Amola)	<i>Minette</i>	Tonalitico - sommatitico
17	Vallone Scarpacò	<i>Minette</i>	Tonalitico - sommatitico

FORMULE MAGMATICHE DI NIGGLI

N.	<i>si</i>	<i>ti</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>c/fm</i>
13	152,0	2,3	26,4	37,5	26,4	9,7	0,29	0,44	0,70
14	140,5	1,8	30,3	35,1	24,1	10,5	0,26	0,49	0,69
15	285,5	6,0	15,6	69,4	2,2	12,8	0,77	0,53	0,03
16	91,8	4,3	35,1	35,3	20,1	9,5	0,61	0,36	0,57
17	100,8	2,3	38,0	28,3	22,9	10,8	0,71	0,37	0,81

QUADRO III. - ANALISI

	13	14	15	16	17
Si O ₂	54,60	52,89	69,23	40,06	42,06
Ti O ₂	1,15	0,84	1,95	2,02	1,27
Zr O ₂	tracce	0,02	0,01	0,01	tracce
Al ₂ O ₃	16,07	19,38	6,40	25,97	26,93
Cr ₂ O ₃	as.	as.	as.	tracce	tracce
Fe ₂ O ₃	2,04	2,22	1,99	3,78	1,90
Fe O	6,96	5,91	7,48	8,17	6,95
Mn O	0,18	0,15	0,12	0,11	0,12
Mg O	3,95	4,40	6,02	3,78	2,94
Ca O	8,83	8,45	0,51	8,12	8,84
Sr O	n. d.	n. d.	tracce	0,02	0,03
Ba O	tracce	0,01	0,03	0,08	0,09
K ₂ O	1,59	1,56	3,73	3,96	5,01
Na ₂ O	2,52	3,02	0,73	1,66	1,36
H ₂ O —	0,23	0,10	0,23	0,31	0,20
H ₂ O +	1,58	1,00	1,06	1,57	2,35
P ₂ O ₅	0,05	0,14	0,14	0,02	0,07
S	0,01	0,06	0,12	0,14	0,07
Cl	0,02	tracce	0,02	n. d.	n. d.
F	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce
	99,78	100,15	99,77	99,78	100,19
— O = S + Cl	0,01	0,02	0,05	0,04	0,02
Somma	99,77	100,13	99,72	99,74	100,17

DISTRETTO ERUTTIVO DELLA VAL NAMBRONE (GRUPPO DELL'ADAMELLO)
Diagrammi di « NIGGLI »

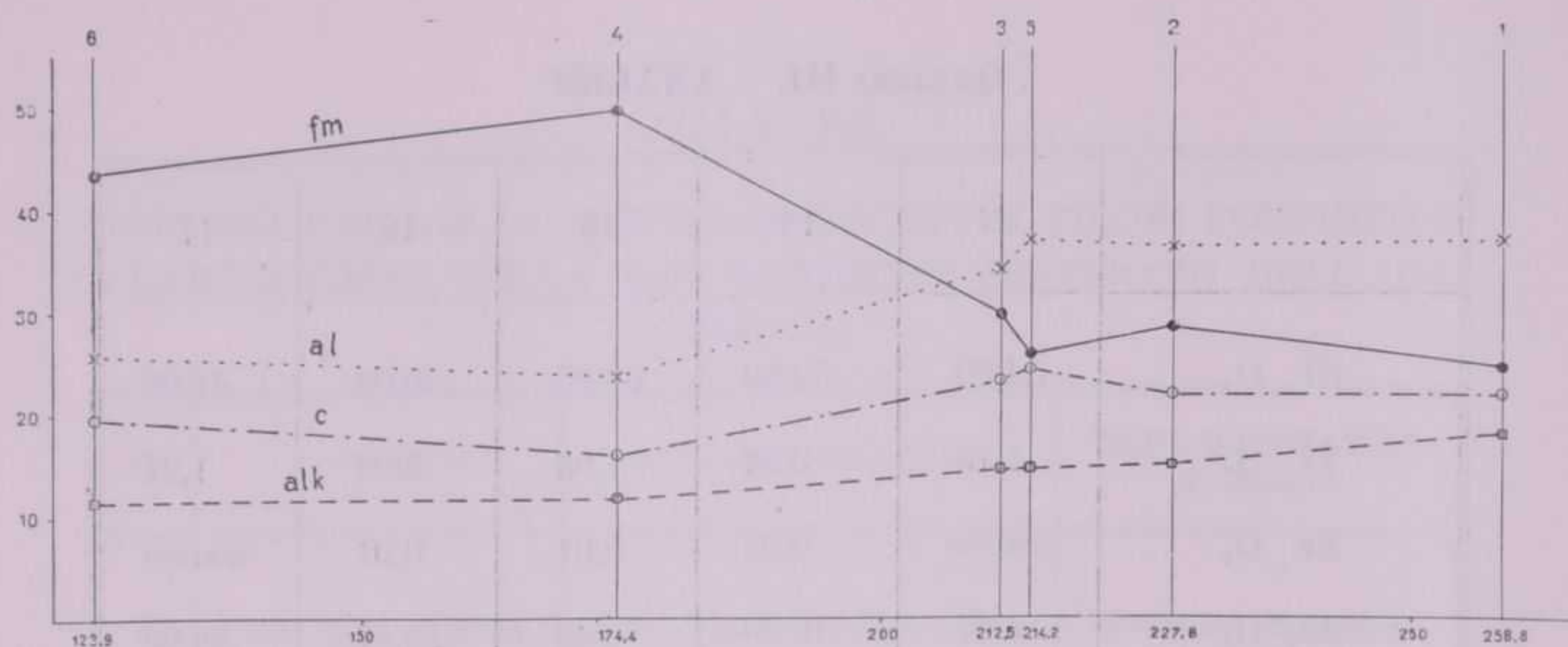


Fig. 3 - Facies tonalitiche, dioritiche e inclusi femici della massa intrusiva (v. Quadro I).

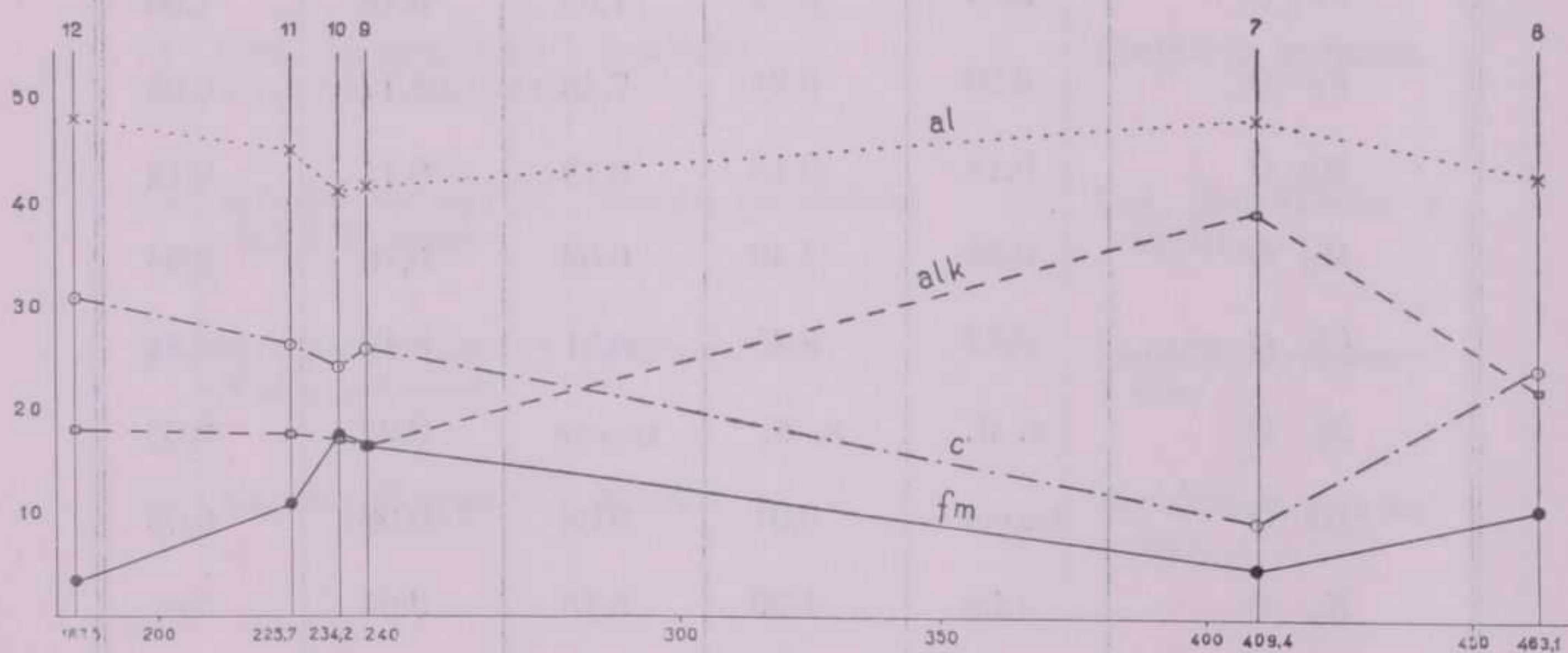


Fig. 4 - Filoni poco differenziati e filoni aplitici della massa intrusiva (v. Quadro II).

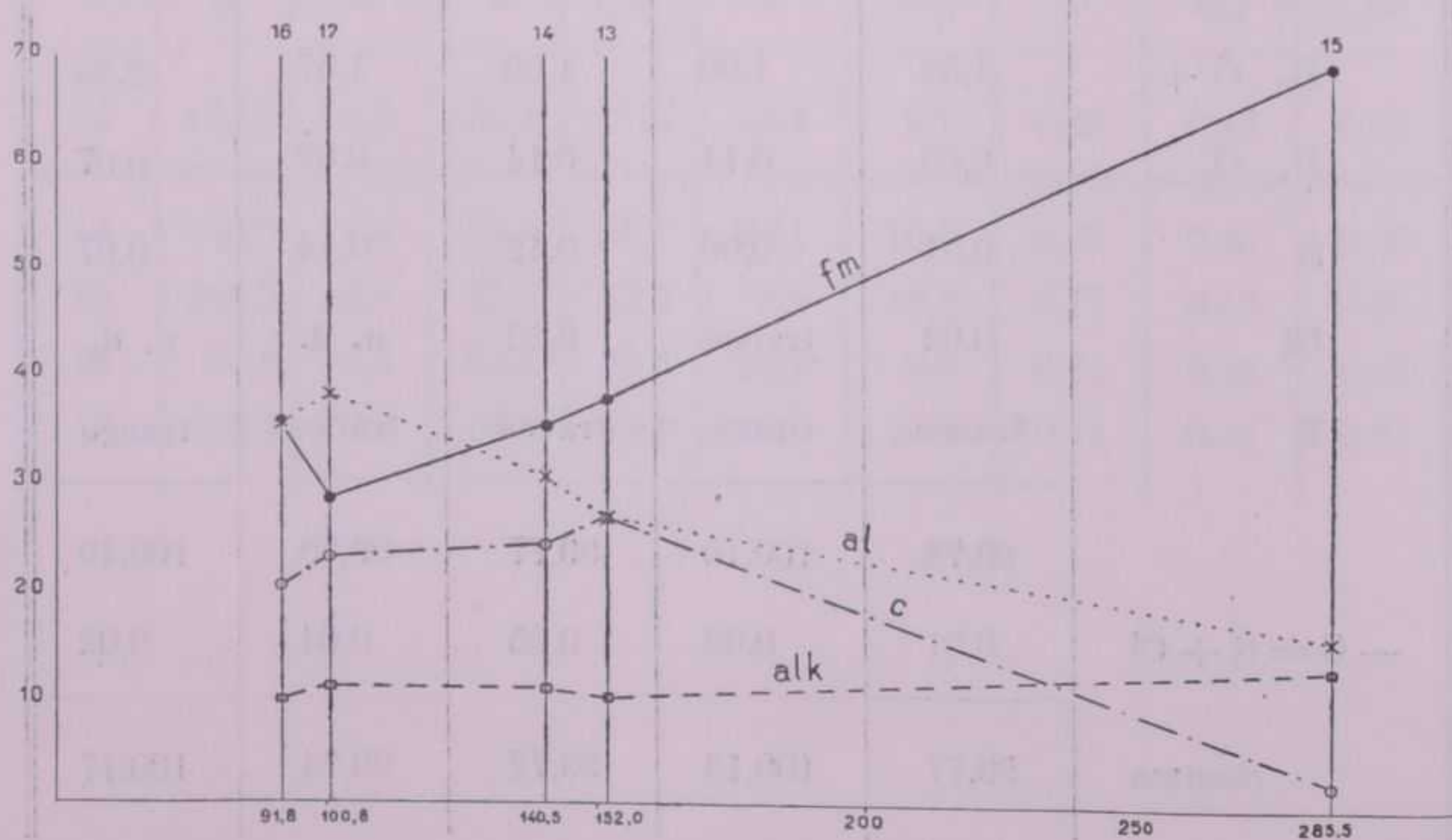


Fig. 5 - Filoni porfiritici e filoni differenziati in senso lamprofirico della massa intrusiva (v. Quadro III).

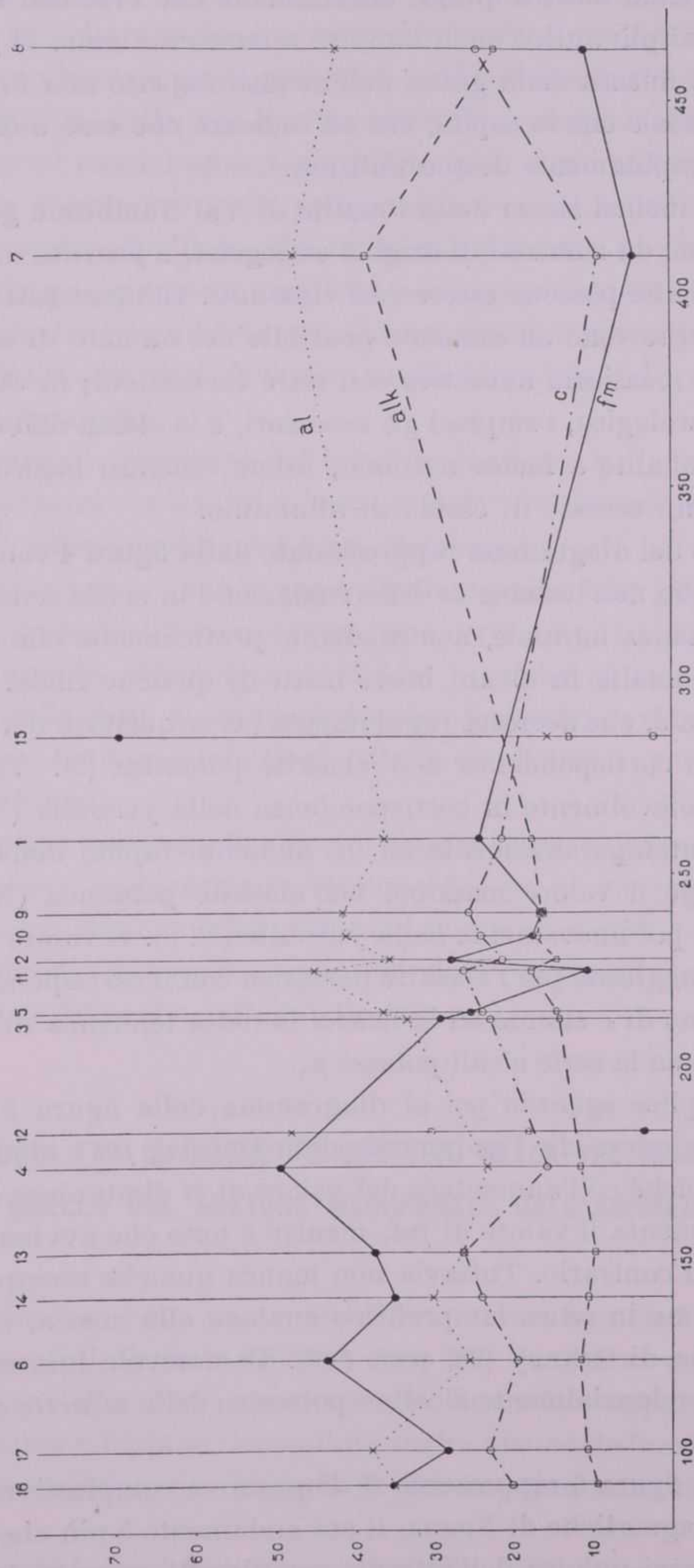


Fig. 6 - Diagramma complessivo di differenziazione magmatica.

Il chimismo mostra quindi chiaramente che l'incluso basico è da ritenersi più antico della tonalite a facies normale. Il grado maggiore di finezza della grana dell'incluso rispetto alla tonalite a facies normale che lo ospita, sta ad indicare che esso è cristallizzato più rapidamente di quest'ultima.

Che gli inclusi basici della tonalite di Val Nambrone geneticamente siano da ritenersi di origine endogena, è provato da una serie di fatti che possono essere così riassunti. Innanzi tutto non fu notato sul terreno un aumento sensibile nel numero di essi al contatto del massiccio tonalitico con altre formazioni; la composizione mineralogica, compresi gli accessori, è la stessa nell'incluso e nella tonalite a facies normale; infine l'incluso basico non contiene alcun eccesso di ossido di alluminio.

L'esame del diagramma rappresentato dalla figura 4 consente di rilevare che nell'insieme la differenziazione in senso leucocratico è abbastanza normale, non esistendo praticamente che qualche lieve anomalia in alcuni brevi tratti di qualche linea. Così ad esempio la *c*, che decresce rapidamente per acquistare il valore più basso in corrispondenza dell'alaskite potassica (N. 7), aumenta poi notevolmente in corrispondenza della yuconite (N. 8), portando contemporaneamente ad un aumento rapido della *alk*, che raggiunge il valore massimo nell'alaskite potassica (N. 7), per scendere poi nuovamente nella yuconite (N. 8). Il valore massimo di *alk* raggiunto per l'alaskite potassica con il corrispondente valore minimo di *c* stanno ad indicarci la netta tendenza di questa roccia verso la serie alcali-potassica.

Un semplice sguardo poi al diagramma della figura 5 permette di concludere che l'andamento delle linee *al*, *fm* è alquanto anormale, poiché coll'aumentare del valore di *si* diminuisce quello di *al* e aumenta il valore di *fm*, mentre è noto che avviene generalmente il contrario. Tuttavia non manca qualche esempio di differenziazione in senso lamprofirico analoga alla nostra, osservato nell'isola di Orkney (28, pag. 540). Di notevole interesse è il carattere tendenzialmente alcalino-potassico della *minette* quarzifera (N. 15).

Infine la figura 6 rappresenta il diagramma complessivo delle formule magmatiche di NIGGLI, il cui andamento è più che sufficiente per darci un'idea dell'estrema complessità assunta dal fenomeno della differenziazione magmatica nella zona della Val Nambrone.

Concludendo, si può affermare che, benché sia stato notato qualche tipo petrografico con tendenza alcalina più o meno accentuata verso la serie alcali-potassica, nell'insieme le rocce del complesso eruttivo della Val Nambrone costituiscono un distretto petrografico di magmi appartenenti alla serie alcali-calcica, facente capo alla grande provincia petrografica tonalitica dell'Adamello.

Il magma tonalitico, che nella sua massima parte ha originato la massa principale tonalitica con le sue varie facies, ha dato differenziazioni da un lato verso tipi magmatici sommatitico-tonalitici e gabbrodioritici, dall'altro verso magmi aplitico-yosemitici e aplitico-granitici.

I limiti di variazione del biossido di silicio, nelle rocce della Val Nambrone, va dal 40 % nella *minette* del Rifugio SEGANTINI al 77,6 % nella *yuconite* del Lago Nambrone.

Aggiungerò poi che le rocce studiate presentano generalmente, nella serie di differenziazione, una certa aria di famiglia, una consanguineità abbastanza evidente; qualche sfumatura verso termini della serie alcali-potassica non sminuisce evidentemente il carattere fondamentale alcali-calcico del distretto eruttivo della Val Nambrone.

E' infine interessante rilevare che fra le rocce differenziate in senso basico, melanocratico studiate furono riscontrati termini non solo schiettamente lamprofirici, ma da attribuire decisamente a lamprofiri non tanto comuni, e nuovi per la provincia petrografica dell'Adamello: alludo alle *minettes*.

RELAZIONI FRA IL DISTRETTO ERUTTIVO DELLA VAL NAMBRONE E QUELLO DEL SETTORE MERIDIONALE DELL'ADAMELLO

Dai confronti che siamo venuti man mano facendo fra le rocce costituenti il distretto eruttivo della Val Nambrone e quelle facenti parte dello stesso massiccio dell'Adamello, appartenenti a zone finitime e lontane, è possibile trarre alcune deduzioni di carattere generale, molto importanti per la conoscenza dell'intero plutonite.

Le varie facies tonalitiche e dioritiche della massa principale da me riscontrate nella Val Nambrone e quelle descritte da GOTTFRIED (17) per la confinante Val di Genova sono sostanzialmente

ancora le stesse descritte da Autori vari (VOM RATH, RIVA, CAVINATO, BIANCHI e DAL PIAZ) in tempi differenti nella zona del settore meridionale dell'Adamello. In altri termini la massa principale intrusiva della Val Nambrone è costituita, come quella del settore meridionale dell'Adamello, da tonaliti acide, biotitiche, prive o povere di orneblenda, da tonaliti biotitico-anfiboliche a tessitura parallela primaria, fluidale, facenti passaggio a termini poveri di anfibolo, da tonaliti biotitico-anfiboliche normali, da dioriti quarzifero-biotitiche, da tonaliti basiche più ricche di orneblenda, e da frequenti inclusi femici vari per forma e dimensioni. Se si procede però a confrontare le varie facies testè elencate, riscontrate nella Val Nambrone, con le corrispondenti del settore meridionale dell'Adamello, apparentemente identiche, non è difficile scorgevi qualche sensibile differenza, che permette al geologo, al petrografo, di riferirli rispettivamente a due tipi tonalitici differenti, tradizionali, e ormai consacrati dall'uso nella letteratura geologico-petrografica del gigantesco plutonite dell'Adamello: alludo alla tonalite tipo Re di Castello ed alla tonalite tipo Adamello *stricto sensu* (48).

Non è da credere che la differenza fondamentale fra i due tipi di tonalite sia grande ed eccessivamente ben documentata, tuttavia è opportuno mantenerla, perché, specialmente per il geologo rilevatore, può presentare qualche vantaggio di carattere pratico innegabile.

Le varie facies tonalitiche tipo Re di Castello, riscontrate nel settore meridionale dell'Adamello, presentano generalmente una grana più minuta delle corrispondenti facies tonalitiche tipo Adamello, riscontrate nella Val Nambrone, a grana più grossa, con frequenti prismi di orneblenda verde, che simulano talvolta addirittura una struttura porfirica. A questo differente carattere macroscopico dovrebbe poi corrispondere una maggior basicità della tonalite tipo Re di Castello, nei confronti della tonalite tipo Adamello. La maggior basicità caldeggiata dagli studiosi dell'Adamello per la tonalite tipo Re di Castello nei confronti di quella più acida tipo Adamello, non sempre però è stata documentata da dati sperimentali adeguati, quali sarebbero ad esempio quelli dello studio chimico delle rocce, ma sovente è stata affermata ed accettata solo in base all'aspetto macroscopico della roccia, ed alla determinazione della natura del feldspato che risultava più basico nella prima. In base a questi stessi argomenti TRENER (44)

ha distinto sul versante settentrionale della Presanella una *basische Randzone*; le ricerche chimico-petrografiche da me condotte sulla parte periferica della Val Nambrone mi portano, come già ebbi occasione di accennare, ad escludere in via assoluta l'esistenza di un'analoga zona periferica nella regione da me studiata e ciò in antitesi con quanto aveva ritenuto probabile lo SCHWINNER (41).

Tuttavia è innegabile che i confronti da me fatti fra la composizione chimica delle varie facies tonalitiche e dioritiche della Val Nambrone e quelle corrispondenti del settore meridionale dell'Adamello, nell'insieme autorizzano a ritenere che effettivamente queste ultime siano, in linea di massima, più basiche: maggior basicità appena percettibile in alcune facies (tonaliti biotitiche, prive o povere di orneblenda, tonaliti biotitico-anfiboliche normali), mentre è notevolmente sensibile nella tonalite a tessitura parallela primaria o addirittura forte nelle facies dioritiche. Possiamo quindi concludere che la massa intrusiva principale del distretto eruttivo della Val Nambrone è costituita prevalentemente da tonalite piuttosto acida tipo Adamello.

Per quanto riguarda i sistemi filoniani che attraversano la massa intrusiva principale, non è sempre stato possibile istituire confronti precisi fra la zona della Val Nambrone e il settore meridionale dell'Adamello, poiché lo studio chimico-petrografico sistematico delle rocce costituenti i filoni di quest'ultima regione è tutt'ora in corso nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia della R. Università di Padova. Comunque, allo stato attuale delle nostre conoscenze, nell'insieme pare che la differenza più notevole concerna alcuni rari tipi litologici, costituenti rispettivamente i filoni differenziati in senso leucocratico (alaskite potassica, yuconite) e i filoni differenziati in senso melanocratico, lamprofirico (*minettes*), non ancora noti, non solo nel settore meridionale dell'Adamello, ma in tutto il massiccio stesso.

RELAZIONI FRA IL MASSICCIO TONALITICO DELL' ADAMELLO E QUELLO DELLE VEDRETTE DI RIES E LORO ETÀ

Delle strette analogie di caratteri petrografici e geochimici, della parentela di ordine geologico, che legano il massiccio tonalitico delle Vedrette di Ries al grandioso massiccio tonalitico

dell'Adamello già è stato detto da BIANCHI e G. B. DAL PIAZ (3, 10). I risultati del rilevamento geologico-petrografico della Val Nambrone, non che i risultati dello studio chimico-petrografico dell'abbondante materiale raccolto, confermano le deduzioni allora abbozzate, fornendo nuovi ed importanti dati che permettono di ulteriormente precisare gli stretti legami geologici e magmatici esistenti fra il massiccio delle Vedrette di Ries e quello, molto più grande, dell'Adamello.

La corrispondenza fra i due massicci è veramente notevole sia per le facies petrografiche fondamentali, sia per i rapporti intrusivi, sia infine per le iniezioni filoniane e in parte le azioni metamorfiche di contatto sulle rocce incassanti.

Se è indubitato che il massiccio tonalitico dell'Adamello appare notevolmente più ricco di facies differenziate, soprattutto di frequenti e cospicue concentrazioni femiche, e presenta apparati filoniani più importanti per qualità e quantità di quelli delle Vedrette di Ries, rimane tuttavia accertato dai miei confronti sopra fatti che esiste una grande rassomiglianza di composizione chimica fra parecchi tipi petrografici, riscontrati in ambedue i massicci. Abbiamo infatti visto la grande somiglianza di composizione chimica fra la tonalite acida, biotitica, priva o povera di orneblenda, la tonalite biotitico-anfibolica normale della Val Nambrone e la granodiorite biotitica, la tonalite biotitico-anfibolica a facies normale delle Vedrette di Ries. V'è di più; gli stessi inclusi femici della tonalite della Val Nambrone, hanno una composizione quasi identica ai corrispondenti inclusi femici della tonalite delle Vedrette di Ries. Quindi, a parte la maggiore ricchezza di facies notate nella massa principale intrusiva della Val Nambrone, la corrispondenza di composizione chimica e quindi magmatica fra i due distretti eruttivi è veramente grande, corrispondenza che si rivela anche nei particolari, com'è appunto il caso degli inclusi femici.

Per quanto riguarda le rocce costituenti i filoni aplitici e lamprofirici che attraversano le rispettive masse intrusive della Val Nambrone e delle Vedrette di Ries la corrispondenza non è più così perfetta, poiché tanto i filoni differenziati in senso leucocratico, quanto quelli differenziati in senso melanocratico sono costituiti da apliti e da lamprofiri sensibilmente differenti. Infatti, alla ricchezza di apliti granitiche (alaskite potassica), tonalitiche (yuconite) e dioritiche osservata nella Val Nambrone, si contrap-

pone una relativa scarsità di apliti granitiche notata nelle Vedrette di Ries; alle malchiti e *minettes* della prima corrispondono spessartiti e kersantiti delle seconde.

Comunque, per l'insieme delle considerazioni sin'ora fatte, possiamo proclamare la consanguineità magmatica dei due distretti eruttivi coevi.

L'età del distretto eruttivo della Val Nambrone, a vero dire, non potrebbe essere precisata in modo inequivocabile in base ai soli risultati delle mie ricerche, perché gli unici fenomeni di contatto notati fra la massa tonalitica e le formazioni adiacenti riguardano due piccoli affioramenti di scisti cristallini antichi. Tuttavia, tenendo presente che le rocce costituenti il nostro distretto eruttivo posseggono un grado di freschezza veramente eccezionale, e che fenomeni sensibili di carattere cataclastico sono stati notati essenzialmente nella parte periferica della tonalite a tessitura parallela, in corrispondenza o meglio in vicinanza della grande linea di dislocazione di età tardo-alpina delle Giudicarie (Carisolo - Ponte di Nambrone), possiamo, in accordo con quanto ormai è ritenuto universalmente acquisito, affermare che il distretto eruttivo della Val Nambrone, come il grande massiccio dell'Adamello di cui è parte integrante, sia di età terziaria.

SCISTI CRISTALLINI

Gli scisti cristallini nell'area da me rilevata hanno un'estensione molto limitata, essendo solo rappresentati a nord di Carisolo (ved. carta geologica annessa) da due affioramenti assai esigui di micascisti, separati dalla massa intrusiva tonalitica da una fascia di rocce compatte, di colore grigio-verde azzurrognolo, d'aspetto cornubianitico.

Ciò premesso passo senz'altro a descrivere brevemente i due tipi di rocce.

A) Micascisti. I micascisti della Val Nambrone, d'aspetto filladico, con colore grigio azzurrognolo chiaro, all'esame microscopico si rivelano costituiti essenzialmente da quarzo e da muscovite. Figurano quali componenti accessori la biotite e l'apatite.

Il quarzo si presenta sia in plaghe abbastanza estese e irregolarmente disposte nella roccia, risultanti generalmente dalla riunione di parecchi individui cristallini non molto sviluppati, sia in aggregati a mosaico formati da granuli molto più minuti. Possiede proprietà ottiche normali, con notevole abbondanza di quelle estinzioni ondulose, che sono così caratteristiche del quarzo degli scisti cristallini.

La muscovite, in laminette e scagliette incolore, con i caratteri ordinari di questo minerale, possiede colori di interferenza vivaci, iridescenti nelle sezioni trasversali.

Dei componenti accessori il più frequente è la biotite, in laminette piuttosto piccole, quasi sempre più o meno profondamente cloritizzata; l'apatite è piuttosto rara e si presenta in prismetti, talvolta di dimensioni relativamente notevoli.

Non di rado si nota qua e là un pigmento nero, opaco, incluso negli altri componenti della roccia, e specialmente nelle miche, non sempre facilmente identificabile, ma verosimilmente di natura grafitica.

B) Rocce di contatto. Fra i micascisti testé descritti e la massa intrusiva tonalitica si nota una fascia di rocce compatte, di colore grigio-verde azzurrognolo, che all'esame microscopico si rivelarono come rocce metamorfiche per contatto, di tipo cornubianitico. In queste si osservano, oltre al feldspato, quarzo, biotite e pochi individui di pirosseno rombico.

Il feldspato, rappresentato da plagioclasio in quantità veramente notevole, è sempre profondamente alterato, con formazione sovente di copiosa calcite, più raramente di prodotti micacei. In ben pochi individui sono ancora visibili le lamelle di geminazione, talvolta notevolmente incurvate, tal'altra no; in essi riuscii ad eseguire alcune misure dell'angolo di estinzione simmetrica nella zona normale a $\{010\}$ che diedero come massimo 27° , valore a cui corrisponde un plagioclasio della composizione $Ab_{52} An_{48}$.

Il quarzo, in granuli a margine fortemente dentellato, e con caratteristiche estinzioni ondulose, presenta sovente delle belle inclusioni miste, liquide e gassose.

La biotite, in lamine piuttosto piccole, a contorni irregolari, arricciate, con colore carico e pleocroismo piuttosto intenso dal giallo al giallo carico, bruno-rossastro intenso, in luce convergente si rivela debolmente biassica. Ben di rado è fresca, presentandosi sempre più o meno profondamente cloritizzata, tanto che talvolta si scorgono qua e là plaghe di clorite, i cui legami genetici con la biotite sono documentati dalla presenza di scarsi relitti di quest'ultima.

Il pirosseno rombico presenta i caratteri dell'iperstene.

APPENDICE

GIACIMENTI DI MINERALI CRISTALLIZZATI

Ai giacimenti di minerali cristallizzati, intimamente legati alla massa tonalitica della Val Nambrone, ho già avuto occasione di accennare nel corso del presente lavoro, e di essi fu già data una descrizione particolareggiata in due recentissime pubblicazioni: una mia (15) e l'altra di SANERO (40). E' ora mia intenzione di riassumere qui brevemente i risultati più salienti ottenuti nello studio dei minerali in parola, e ciò allo scopo di completare, anche nei minimi particolari, l'illustrazione della carta geologico-petrografica annessa, in cui figurano appunto segnati anche i giacimenti di minerali cristallizzati. E segnatamente dirò del giacimento di epidoto della Valle d'Amola e di quello di stilbite del vallone Scarpacò, ambedue nuovi per la regione dell'Adamello, non risultandomi che siano stati segnalati sinora giacimenti di epidoto o di stilbite in piena massa tonalitica del grandioso plutonite dell'Adamello stesso.

Giacimento di epidoto nella tonalite a facies normale della Valle d'Amola.

L'epidoto, nella Valle d'Amola, si presenta in piccole druse e sotto forma di spalmature piuttosto sottili nei litoclasti della tonalite biotitico-anfibolica a facies normale. Tanto le druse quanto le spalmature di colore giallo-olio, sono costituite da piccolissimi e tozzi cristallini prismatici di epidoto, in cui furono osservate le seguenti forme:

a {100}, c {001}, e {101}, r $\{\bar{1}01\}$, i $\{\bar{1}02\}$, g {301}, w {211}, q $\{\bar{2}21\}$.

Il peso specifico risultò uguale a 3,440 (a 20° C.). L'indice medio di rifrazione β è uguale a $1,740 \pm 0,001$ (Na).

Pleocroismo notevole dal verde chiaro al verde-olio.

L'estinzione è parallela all'allungamento dei cristalli, cioè ad y , mentre il piano degli assi ottici è normale all'allungamento e quindi parallelo a $\{010\}$; la birifrangenza è negativa.

L'analisi dell'epidoto della Valle d'Amola ha dato i seguenti risultati:

Si O ₂	40,21	0,669	}	0,673	2,32
Ti O ₂	0,37	0,004			
Al ₂ O ₃	23,36	0,229	}	0,290	1,00
Fe ₂ O ₃	9,80	0,061			
Fe O	1,71	0,024	}	0,415	1,43
Ca O	21,51	0,384			
Mg O	0,27	0,007			
H ₂ O +	2,52			0,134	0,46
H ₂ O —	0,10				
Somma	99,85				

Il tenore in ferriepidoto, calcolato in base a questi risultati analitici, è del 22 %.

L'epidoto nella tonalite della Valle d'Amola, come del resto quello di giacimenti similari legati a rocce intrusive sialiche (graniti, sieniti, dioriti), ripete, molto verosimilmente, la sua origine da fenomeni pneumatolitici o idrotermali (36).

Giacimento di stilbite nella tonalite a facies normale del vallone Scarpacò.

La stilbite, nel vallone Scarpacò, si presenta in grandi druse nei litoclasti della tonalite biotitico-anfibolica a facies normale. Le druse sono costituite da cristalli sempre geminati, in cui furono osservate le seguenti forme:

$$b \{010\}, c \{001\}, m \{110\}, f \{10\bar{1}\}.$$

Il peso specifico risultò uguale a 2,159 (a 15° C°.).

Per gli indici di rifrazione furono ottenuti i seguenti valori:

$$\alpha = 1,492 \pm 0,001 \text{ (Na)}$$

$$\beta = 1,499 \pm 0,001 \text{ (Na)}$$

$$\gamma = 1,501 \pm 0,001 \text{ (Na)}$$

L'angolo degli assi ottici è $2V = 32^\circ 25'$. Carattere ottico del minerale: negativo.

L'analisi della stilbite del vallone Scarpacò ha dato i seguenti risultati:

Si O ₂	55,21	0,919		5,53
Al ₂ O ₃	16,91	0,166		1
Fe ₂ O ₃	tracce	—		
Ca O	8,10	0,144	0,174	1,05
Mg O	0,25	0,006		
Na ₂ O	1,16	0,019		
K ₂ O	0,45	0,005		
H ₂ O	18,27	1,014		6,10
Somma	100,35			

La stilbite, nella tonalite del vallone Scarpacò, come del resto la stilbite di giacimenti simili legati ad altre rocce acide (graniti e scisti cristallini gneissici, dioriti e gneiss dioritici), deve, con ogni verosimiglianza, la sua origine ad azioni secondarie, e precisamente ad alterazioni idrotermali delle rocce feldspatiche testé ricordate.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDREATTA C. - *Disposizione dei microliti micacei in plagioclasti di rocce intrusive* (Analisi strutturali di rocce, IV). « Periodico di Mineralogia », n. 3, pag. 232. Roma, 1934-XII.
2. BEREK M. - *Mikroskopische Mineralbestimmung mit Hilfe der Universal-drehtischmethoden*. Berlin, 1924.
3. BIANCHI A. - *Studi petrografici sull'Alto Adige orientale e regioni limitrofe*. « Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova », vol. X. Padova, 1934-XII.
4. BIANCHI A. e DAL PIAZ G.B. - *Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello*. « Bollettino del R. Ufficio Geologico d'Italia », vol. LXII. Roma, 1937-XV.
5. CAVINATO A. - *Studio petrografico di alcune rocce dell'Adamello*. « Studi Trentini di Scienze Naturali », anno VIII, fasc. 2°, pag. 129. Trento, 1927.
6. CLARKE F. W. - *Analyses of Rocks from the Laboratory of the United States Geological Survey, 1880 - 1903*, n. 228, pag. 270. Washington, 1904.
7. CORNELIUS H. P. - *Zur Alterbestimmung der Adamello und Bergeller Intrusion*. « Sitzungsber. Ak. d. Wiss. Wien. », Math. Nat. Kl., Abt. I., Bd. 137, pag. 541. Wien, 1928.
8. DAL PIAZ G. - *Il confine alpino-dinarico dall'Adamello al massiccio di Monte Croce nell'Alto Adige*. « Atti Acc. scient. veneto-trentino-istriana », vol. XVII. Padova, 1926.
9. DAL PIAZ G. - *Il rilevamento geologico delle Venezie*. « Atti Soc. ital. per il progresso delle scienze », XXI riunione, Roma, 1932, vol. II, Rapp. e comun. classe A, pag. 400. Roma, 1933.
10. DAL PIAZ G.B. - *Studi geologici sull'Alto Adige orientale e regioni limitrofe*. « Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova », vol. X. Padova, 1934-XII.
11. DAL PIAZ G.B. - *Antichi depositi morenici presso Madonna di Campiglio nel Trentino Occidentale*. « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano », n. 15. Torino, 1935-XIII.
12. DUPARC L. e PAMFIL P. - *Sur la composition chimique et l'unité pétrographique des roches qui accompagnent la dunite dans les gisements platinifères*. « Bull. Soc. Min. Franç. », vol. XXXIII, pag. 347. Paris, 1910.
13. DUPARC L. et REINHARD M. - *La détermination des plagioclases dans les coupes minces*. « Memoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève », vol. XL, fasc. 1. Genève, 1924.
14. DUPARC L. et REINHARD M. - *Les méthodes de Fëdorof et leur appli-*

- cation à la détermination des plagioclases. « Bull. Soc. Suisse Minéralogie et Pétrographie », tome III, fasc. 1 - 2. Berne, 1924.
15. FENOGLIO M. - *Sulla presenza dell'epidoto nella tonalite di Val Nambrone (Gruppo dell'Adamello)*. « Periodico di Mineralogia », n. 1, pag. 19. Roma, 1938-XVI.
16. FENOGLIO M. - *Sopra due « minettes » della Val Nambrone*. « Rendiconti della R. Acc. Naz. Lincei », vol. XXVIII, serie 6^a, pag. 100. Roma, 1938-XVI.
17. GOTTFRIED C. - *Ueber endogene basische Einschlüsse in sauren Tiefengesteinen - I. Die basische einschlüsse im Tonalit des Adamello*. « Chemie der Erde », Bd. 7, pag. 586. Jena, 1932.
18. GRABER V. - *Vergleichende Beobachtungen an den Erstarrungsgesteinen des periadriatischen Bogens*. « Anzeiger Akad. Wissensch. Wien. », Math. Nat. Kl., Bd. 68, pag. 283. Wien, 1931.
19. GRABER V. - *Neubegehungen im Gebiete der Kristallinischen Schiefer - und Massengesteine von Eisenkappel in Südkärnten*. « Ibidem », Bd. 70, pag. 44. Wien, 1933.
20. JOHANNSEN A. - *A descriptive Petrography of the igneous rocks*. Vol. II. The quartz-bearing rocks, pag. 46. Chicago, 1932.
21. JOHANNSEN A. - *A descriptive Petrography of the igneous rocks*. Vol. III. The intermediate rocks, pag. 184. Chicago, 1937.
22. KOLDERUP C. F. - *Die Labradorfelse des westlichen Norwegens*. « Bergens Museums Aarbog », n. 5. Bergen, 1896.
23. KOLDERUP C. F. - *Die Labradorfelse der westlichen Norwegens. II. Die Labradorfelse und die mit denselben verwandten Gesteine in dem Bergensgebiete*. « Bergens Museums Aarbog », n. 12, pag. 117. Bergen, 1903.
24. LACROIX A. - *Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine*. « Bull. Serv. Géol. Indochine », vol. XX, fasc. 3, pag. 187. Hanoi, 1933.
25. MERCIAI G. - *I ghiacciai della Presanella*. « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano », n. 10, pag. 91. Torino, 1930-VIII.
26. MERCIAI G. - *I laghi della Presanella*. « Memorie del Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina », vol. III, fasc. 1. Trento, 1935-XIII.
27. MORGANTE S. - *La differenziazione chimica del massiccio intrusivo delle Vedrette di Ries (Alto Adige)*. « Atti R. Istit. Veneto di Scienze L. A. », XCIII, pag. 215. Venezia, 1933-34.
28. NIGGLI P. - *Gesteins- und Mineralprovinzen*. Berlin, 1923.
29. NIGGLI P. - *Die Magmentypen*. « Schweiz. Min. u. Petrog. Mitt. », Bd. XVI, H. 2, pag. 335. Zürich, 1936.
30. NIGGLI P. - *Das Magma und seine Produkte*, I. Teil. Leipzig, 1937.
31. NIKITIN N. - *Die Fedorow Methode*. Berlin, 1936.
32. VOM RATH G. - *Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteinen der Alpen. I. Ueber das Gestein des Adamello-Gebirges*. « Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. », Bd. XVI, pag. 249. Berlin, 1864.
33. RIVA C. - *Le rocce paleovolcaniche del Gruppo dell'Adamello*. « Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere », vol. XVII, pag. 159. Milano, 1896.
34. RIVA C. - *Sopra un dicco di diorite quarzoso-micacea presso Rino in Val Camonica*. « Atti della Società Italiana di Scienze Naturali », vol. XXXVI, pag. 139. Milano, 1896.

35. RIVA C. - *Nuove osservazioni sulle rocce filoniane del Gruppo dell'Adamello*. « Atti della Società Italiana di Scienze Naturali », vol. XXXVII, pag. 67. Milano, 1897.
36. ROSENBUSCH H. - *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*. Bd. I, II. Stuttgart, 1927.
37. SALOMON W. - *Neue Beobachtungen aus dem Gebieten des Adamello und des St. Gottard*. « Sitzungsber. der preuss. Akad. », pag. 29. Berlin, 1899.
38. SALOMON W. - *Geologische und Petrographische Studien am Monte Axiolo im italienischen Antheil der Adamellogruppe*. « Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesell. », vol. XLII, pag. 450. Berlin, 1890.
39. SALOMON W. - *Die Adamellogruppe*. « Abhandlungen der k.k. Geologischen Reichsanstalt », Bd. XXI, H. 1, (1908) e 2 (1910), e carta geologica 1:75.000.
40. SANERO E. - *Stilbite nella tonalite di Val Nambrone (Gruppo dell'Adamello)*. « Periodico di Mineralogia », n. 2, pag. 205. Roma, 1938-XVI.
41. SCHWINNER R. - *Vorläufige Mittheilungen über die geologischen Verhältnisse des Nambinotales (SW-Tirol)*. « Verhandlungen k.k. geol. Reichsanstalt », pag. 143. Wien, 1917.
42. SPITZ A. - *Zur Alterbestimmung der Adamellointrusion*. « Mitteil. d. geol. Ges. », III, IV, pag. 227. Wien, 1915.
43. SPURR J. E. - *Classification of igneous rocks according to composition*. « Amer. Geol. », XXV, pag. 229. Minneapolis, 1900.
44. TRENER G.B. - *Geologische Aufnahme in nördliche Abhang der Presanellagruppe*. « Jahrbuch d. k.k. geol. Reichsanstalt », Bd. LVI, pag. 405. Wien, 1906.
45. TRENER G.B. - *Ueber das Alter der Adamelloeruptivmasse*. « Verhandlungen der k.k. geol. Reichsanstalt », pag. 91. Wien, 1910.
46. TRENER G.B. - *Die Lagerungsverhältnisse und das Alter der Corno Alto - Eruptivenmasse in der Adamellogruppe*. « Verhandlungen d. k.k. geol. Reichsanstalt », pag. 373. Wien, 1910.
47. TRENER G.B. - *Età e giacitura del massiccio granitico del Corno Alto (Adamello)* con 1 fig., 1 tav. e 1 cartina geologica 1:100.000. « Tridentum, Rivista di studi scientifici », fasc. 1 e 4. Trento, 1911.
48. TRENER G.B. - *Die sechsfache Eruptionsfolge des Adamello. Das poststratigraphische Alter der Tonalitzwillingsmasse*. « Verhandlungen der k.k. geol. Reichsanstalt », pag. 98. Wien, 1912.
49. TREVISAN L. - *Le formazioni glaciali del Gruppo di Brenta (Trentino occidentale)*. « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano », n. 16. Torino, 1936-XIV.

1. The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the origin of life. It is shown that the problem is one of the most important and interesting in the history of science. The author discusses the various theories of the origin of life, and shows that the most probable one is the theory of spontaneous generation. This theory states that life originated from non-living matter, and that it has since developed into the various forms of life that we see today. The author also discusses the evidence for this theory, and shows that it is supported by a large number of facts. The second part of the paper is devoted to a detailed discussion of the theory of spontaneous generation. The author shows that this theory is based on a number of principles, and that it can be used to explain a large number of facts. He also shows that the theory is supported by a large number of experiments, and that it is the most probable one. The third part of the paper is devoted to a discussion of the various forms of life that we see today. The author shows that these forms of life are all descended from a common ancestor, and that they have developed into their present forms through a process of evolution. He also shows that the theory of evolution is supported by a large number of facts, and that it is the most probable one. The fourth part of the paper is devoted to a discussion of the future of life. The author shows that life is likely to continue to develop, and that it may eventually reach a stage of perfection. He also shows that the theory of evolution is supported by a large number of facts, and that it is the most probable one.

INDICE

INTRODUZIONE	Pag. 3
CENNO TOPOGRAFICO-MORFOLOGICO	» 5
QUATERNARIO	» 6
ROCCE IN POSTO	» 8
LE FORMAZIONI ERUTTIVE	» 11
FACIES PETROGRAFICHE DELLA MASSA INTRUSIVA	» 12
Tonaliti acide, biotitiche, prive o povere di orneblenda	» 12
Tonaliti biotitico-anfiboliche a tessitura parallela pri- maria, fluidale orientata, facenti passaggio a termini poveri di anfibolo	» 17
Tonaliti biotitico-anfiboliche normali	» 22
Tonaliti basiche ricche di orneblenda	» 26
Dioriti quarzifero-biotitiche a grana minuta	» 29
Inclusi femici nelle facies tonalitiche	» 33
FACIES PETROGRAFICHE DEI FILONI	» 37
Filoni poco differenziati a facies granodioritica	» 37
Filoni aplitici	» 40
Filoni di porfiriti quarzifero-biotitiche	» 54
Filoni lamprofirici	» 57
CHIMISMO DEL COMPLESSO ERUTTIVO DELLA VAL NAMBRONE	» 71
(Quadri I, II, III, di analisi e formule magmatiche e relativi diagrammi, pag. 72 e seg.).	
RELAZIONI FRA IL DISTRETTO ERUTTIVO DELLA VAL NAMBRONE E QUELLO DEL SETTORE MERIDIONALE DELL'ADAMELLO	» 81
RELAZIONI FRA IL MASSICCIO TONALITICO DELL'ADAMELLO E QUELLO DELLE VEDRETTE DI RIES E LORO ETÀ	» 83
SCISTI CRISTALLINI	» 86
Micascisti	» 86
Rocce di contatto	» 87
APPENDICE: GIACIMENTI DI MINERALI CRISTALLIZZATI	» 88
Giacimento di epidoto nella tonalite a facies normale della Valle d'Amola	» 88
Giacimento di stilbite nella tonalite a facies normale del vallone Scarpacò	» 89
BIBLIOGRAFIA	» 91

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Fig. 1 - *Tonalite biotitico-anfibolica a tessitura parallela primaria, fluidale orientata di Carisolo*; plagioclasio con notevole deformazione meccanica.

Nicols incrociati. Ingrand. 33 diam.

Fig. 2 - *Aplite tonalitica (yuconite) del Lago Nambrone con microclino*.

Nicols incrociati. Ingrand. 33 diam.

Fig. 3 - *Porfiriti quarzifero-biotitica dell'Alta Val Nambrone*; plagioclasio fratturato con i frammenti spostati e ricementati da quarzo.

Nicols incrociati. Ingrand. 33 diam.

Fig. 4 - *Malchite di Cima Quattro Cantoni (Valle d'Amola)*; tendenza a struttura intersertale.

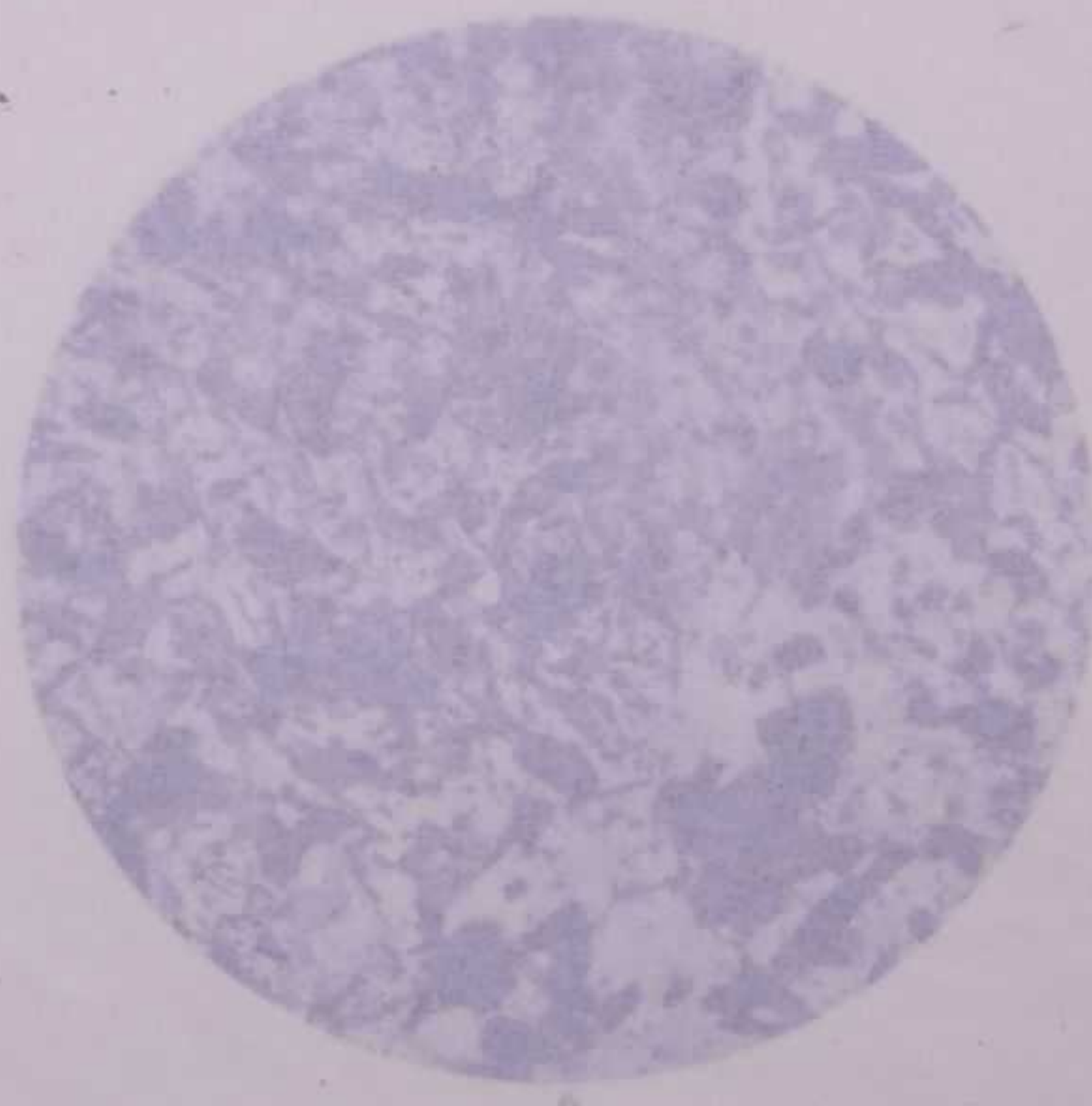
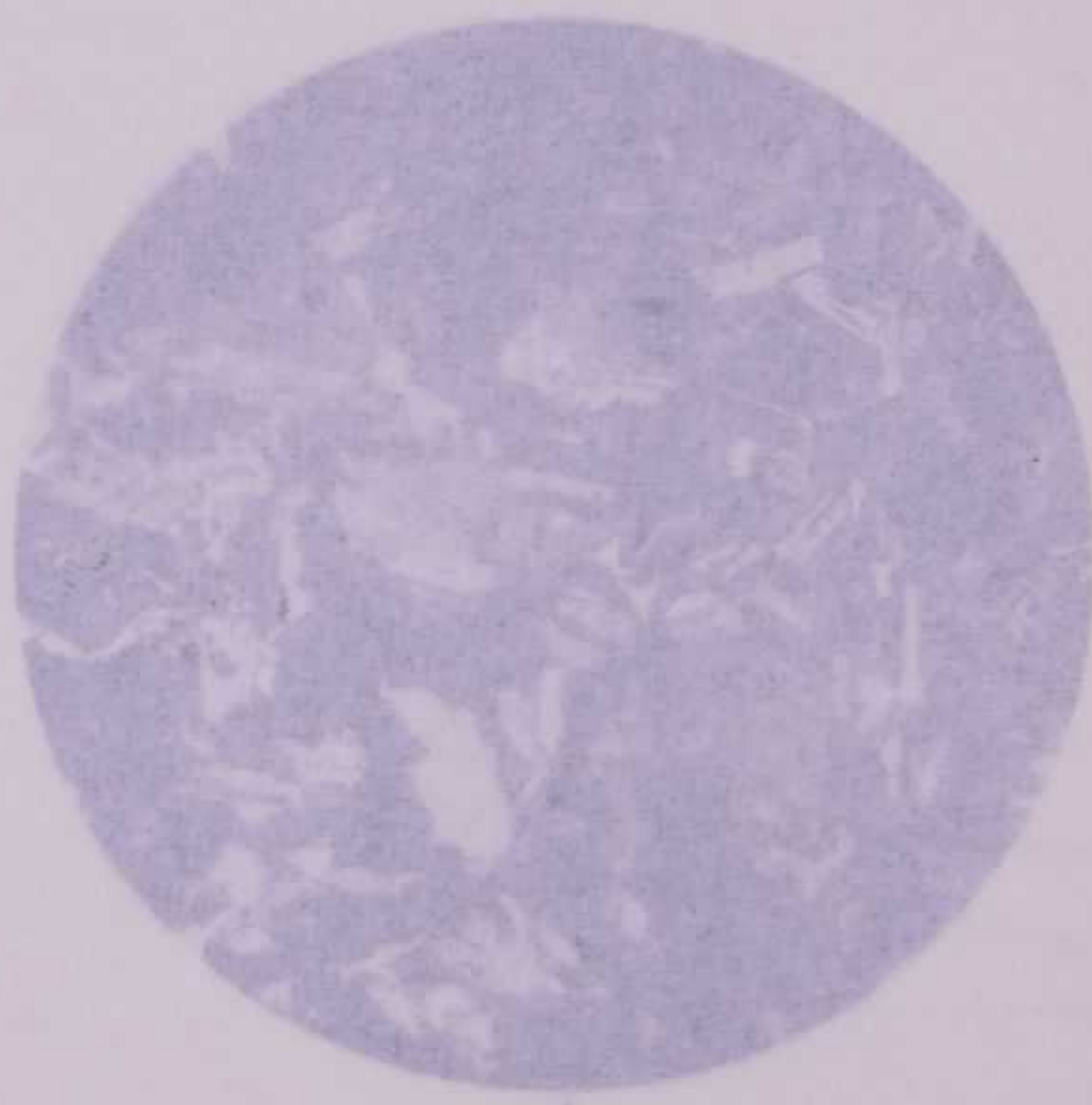
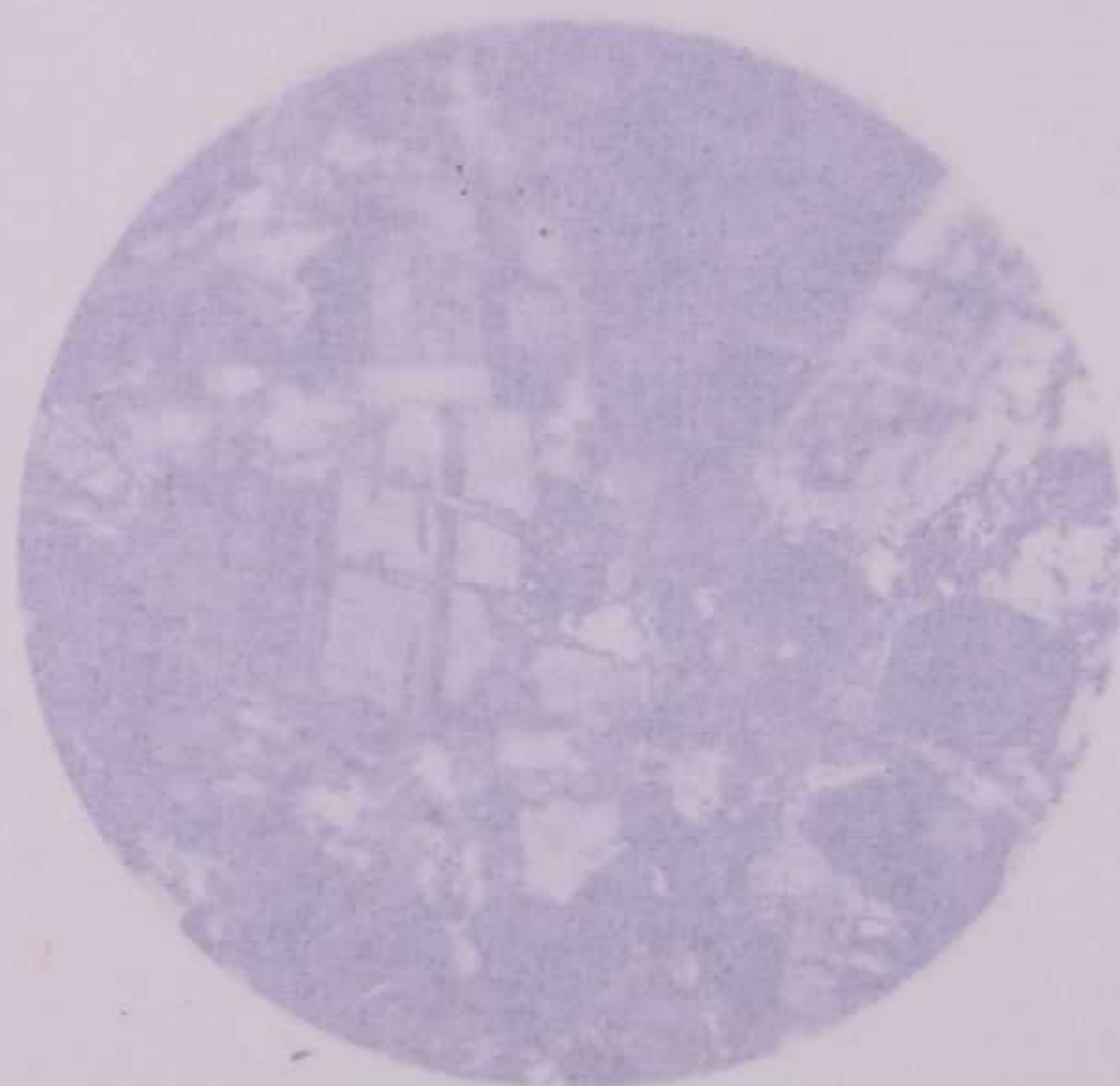
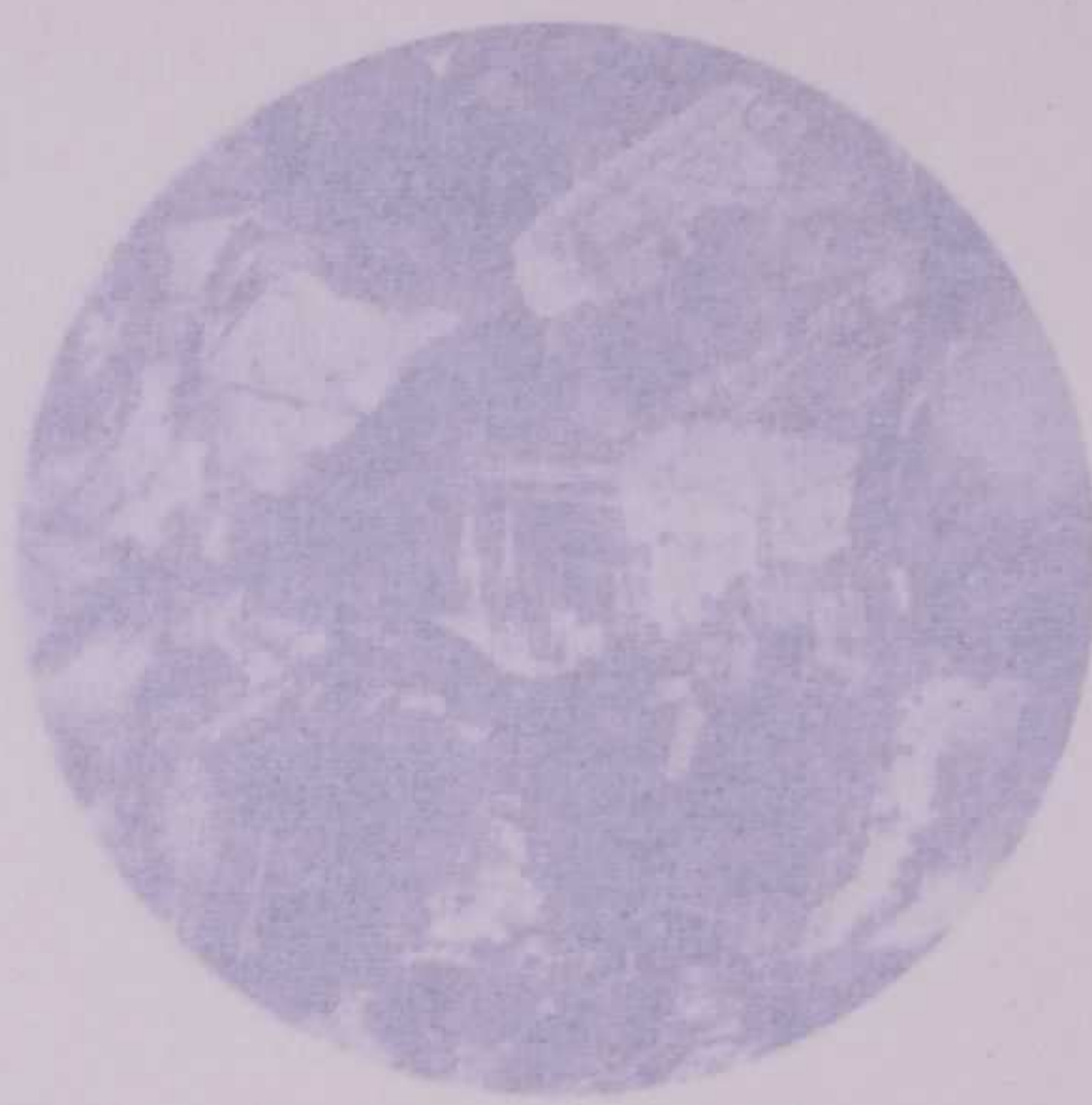
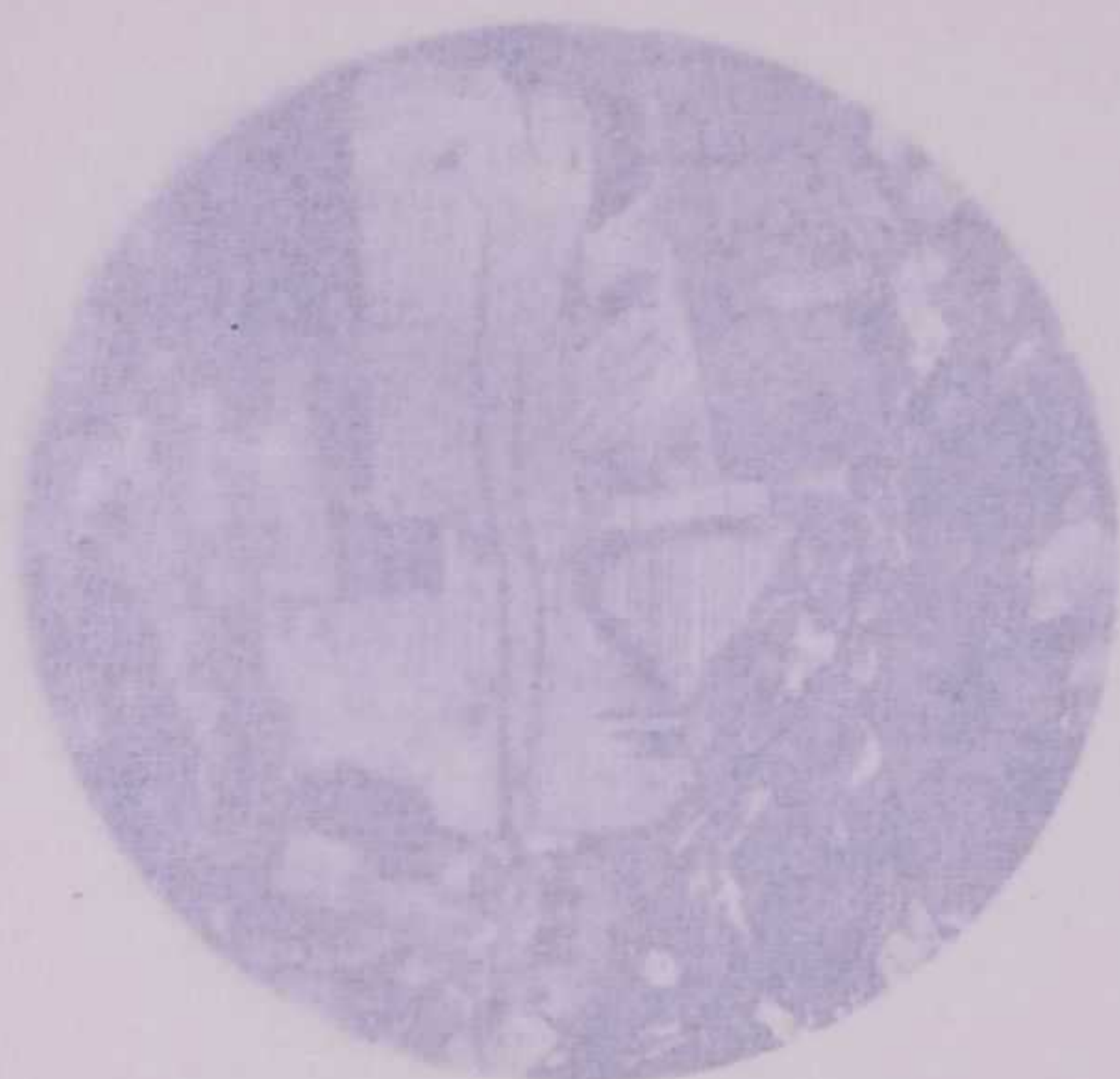
Nicols incrociati. Ingrand. 33 diam.

Fig. 5 - *Minette quarzifera del Rifugio Segantini (Valle d'Amola)*.

Solo polarizzatore. Ingrand. 33 diam.

Fig. 6 - *Minette del Rifugio Segantini (Valle d'Amola)*.

Solo polarizzatore. Ingrand. 33 diam.



SPEDIMENTI DELLA TAVOLA I.

Fig. 1 - *Tonalite* (basalto) granitica - *cratone* *causale* *primaria*, *flui-*
dale *relativa* *di* *10* *mil.* *disposizione* *con* *notevole* *defor-*
mazione *relativa*.

Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*

Fig. 2 - *Aplita* *basaltica* *granitica* *del* *lago* *Nambrone* *con* *microclino*.

Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*

Fig. 3 - *Porfiro* *quartzifero* *basaltico* *del* *lago* *Nambrone*; *plagio-*
clasto *fratturato* *con* *i* *frammenti* *spostati* *e* *ricementati* *da*
quarzo.

Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*

Fig. 4 - *Melchite* *di* *Clava* *quartzifera* *basaltica* *(Valle* *d'Amola)*; *tendenza*
a *struttura* *interstiziale*.

Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*

Fig. 5 - *Melchite* *quartzifera* *del* *lago* *Sepulchri* *(Valle* *d'Amola)*.

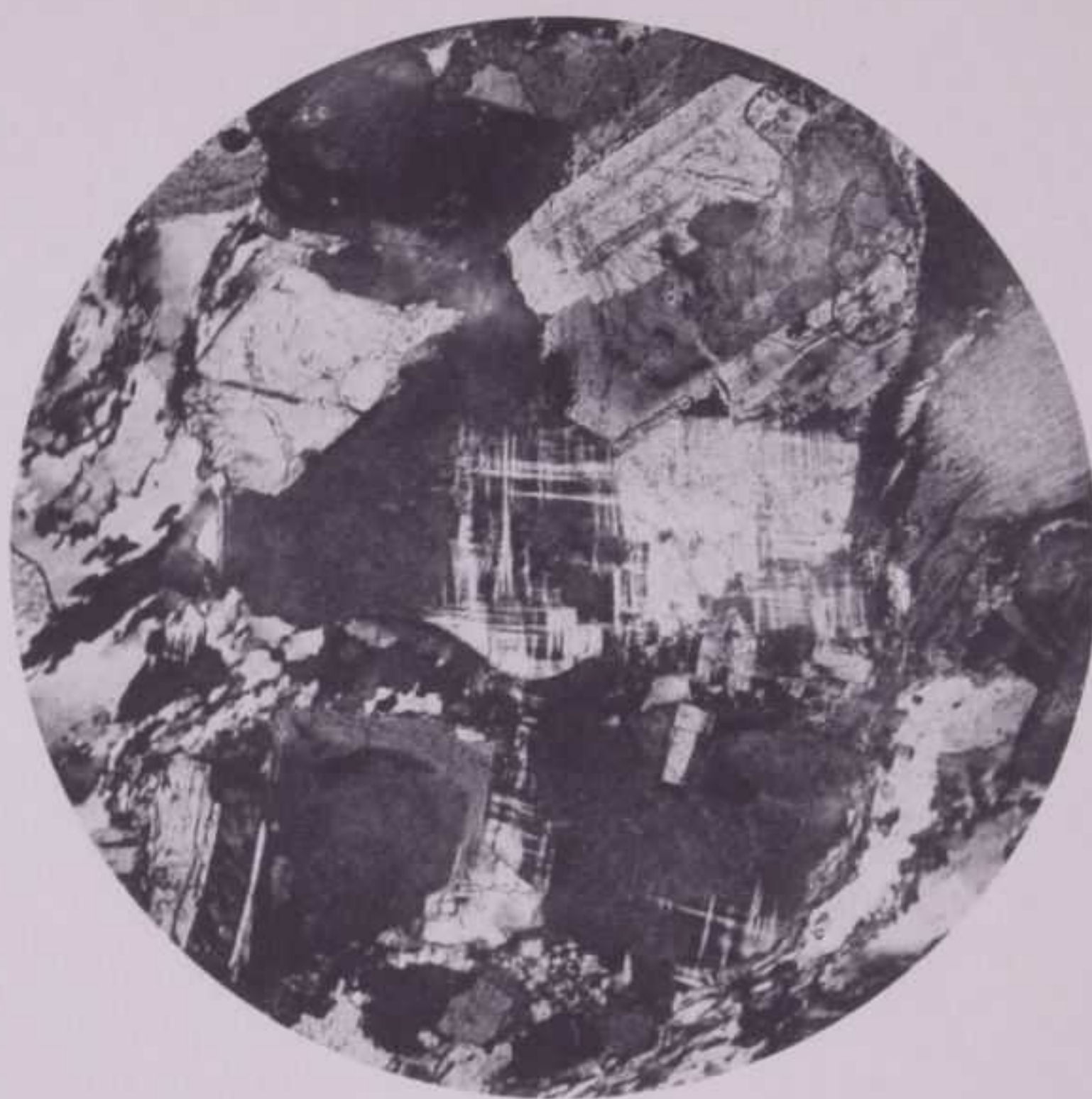
Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*

Fig. 6 - *Melchite* *del* *lago* *Sepulchri* *(Valle* *d'Amola)*.

Nucleo *basaltico*, *10* *mil.* *diam.*



1



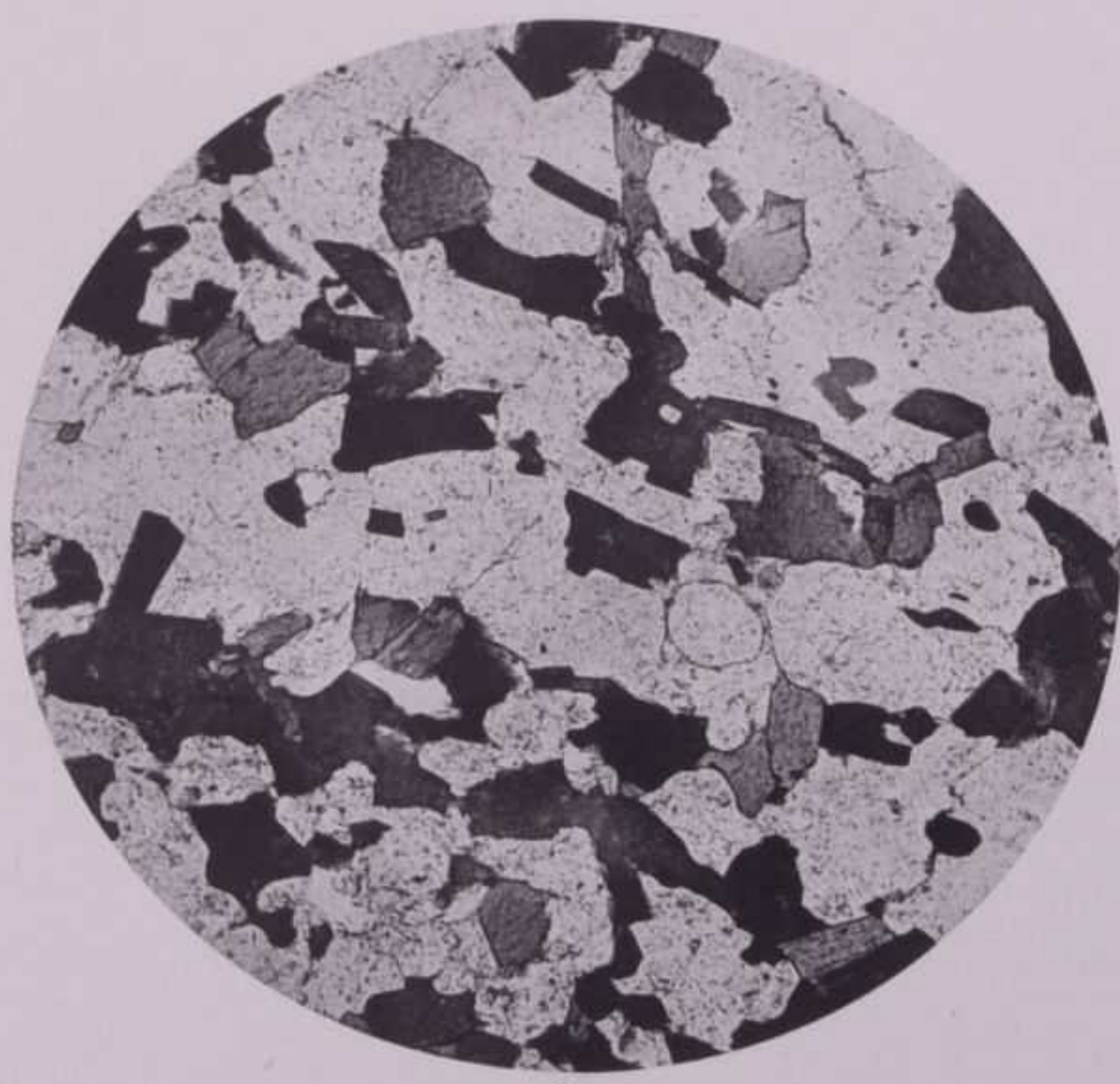
2



3



4



5



6

MASSIMO FENOGLIO

CARTA GEOLOGICO - PETROGRAFICA
DELLA VAL NAMBRONE
(GRUPPO DELL'ADAMELLO)

(finito di stampare il 3 Dicembre 1938 - XVII.)

CARTE