

LE ROCCE FILONIANE DIABASICHE E
SPESSARTITICO-PORFIRITICHE DI S. EFISIO (NUORO)

Riassunto. — I numerosi filoni di rocce femiche della regione di S. Efisio, a nord di Nuoro, sono inquadrabili in due gruppi ben distinti: diabasi e rocce spessartitico-porfiritiche. Queste ultime mostrano variazioni mineralogico-strutturali che le fanno sfumare da vere spessartiti a vere porfiriti, senza che si possa fare una netta distinzione interna al gruppo. Trasformazioni secondarie sono sempre molto sviluppate; nelle spessartiti-porfiriti sono talora complete, dando luogo a paragenesi di bassa temperatura. Confronti con altre rocce filoniane della zona a nord di Nuoro permettono di notare una certa diffusione delle rocce diabasiche, aventi una maggiore o minore tendenza lamprofirica; rocce spessartitico-porfiritiche non sono invece ancora citate.

Introduzione.

Il granito a nord di Nuoro è straordinariamente ricco di filoni che lo attraversano con un certo preferenziale andamento SW-NE. Come è già stato in precedenza comunicato (Andreatta et al., 1958) buona parte di essi sono basici e sono stati indicati, ad un primo esame preliminare, genericamente come lamprofiri. Per una loro conoscenza più precisa si vuole qui portare un contributo prendendo in considerazione gli affioramenti nella zona attorno alla cantoniera di S. Efisio (per un raggio di 4-5 km), zona che costituisce un buon campione per rappresentabilità di tipi diversi.

Le rocce filoniane basiche di S. Efisio sono da dividere in due gruppi che, per quanto non manchi qualche sfumatura intermedia, sono ben distinguibili reciprocamente in base alle loro paragenesi, ai loro motivi di struttura ed al loro chimismo. Il primo gruppo comprende numerosi filoni di *diabasi*, mostrandoti talora una certa tendenza lamprofirica; il secondo comprende tutta una serie di termini sfumanti da *spessartiti* a *porfiriti*, la cui composizione è di frequente complicata da trasformazioni di bassa temperatura a vario stadio di sviluppo.

(1) B. Guidicini ha curato l'esecuzione delle analisi chimiche; di C. D'Amico sono la parte petrografica e le considerazioni petrochimiche oltre che il rilevamento geologico della zona.

Diabasi.

Sono qui raggruppabili la maggior parte delle rocce filoniane basiche che compaiono nelle parti meridionale e orientale della zona contemplata. Esse compongono filoni di potenza compresa fra i due e i quindici metri circa, con un andamento prevalente NE-SW ma con numerose intersezioni, talora a stella. Le rocce che li costituiscono sono scure, grigio-verdi, a grana da minuta a media, in genere con buona o sufficiente distinguibilità macroscopica delle parti chiare e scure. E' di frequente da notare, soprattutto nei filoni di maggior potenza, un diminuire della grana dalla parte assiale alle parti marginali; non è rara nemmeno una certa variazione di grana longitudinalmente al filone.

La struttura è sempre ofitica o almeno subofitica, in parte interstertale ed interstiziale, con rara locale tendenza alla panidiomorfa. I motivi intersertali tendono a svilupparsi con maggiore evidenza nei casi di grana più minuta. Del tutto sporadica la presenza di più grossi cristalli plagioclasici, che danno un carattere porfirico alle rocce.

a - Diabasi normali.

La composizione mineralogica è sempre complessa; componenti di gran lunga più abbondanti sono i *plagioclas*i; abbondante l'*augite*; seguono *orneblenda*, *biotite*, *olivina*, *magnetite* o *ilmenite*, *apatite* tra i primari; *anfibioli* vari, *cloriti*, *talco*, *epidoti*, *calcite*, *titanite* tra i prodotti deutericci. E' da notare che spesso olivina e biotite sono mancanti, mentre le quantità di orneblenda sono oscillanti; inoltre magnetite e ilmenite tendono a escludersi a vicenda. Un'analisi planimetrica valga come esempio di composizione, da cui i diversi campioni non si discostano, nel complesso, di molto:

plagioclas	54,5%	magnetite	4,5%
augite	14,5	apatite	0,5
orneblenda	3,5	aggregati anfibo-	
biotite	2,5	lico-talco-cloritici	15,5
olivina	1	cloriti	2,5
		epidoti e calcite	1

Nelle quantità dei vari minerali primari sono compresi i prodotti di trasformazione da essi non separabili.

I *plagioclasti* sono presenti con termini vari di labradorite e di andesina, le estreme composizioni misurate ⁽¹⁾ essendo 30% e 74% An rispettivamente, sia entro cristalli zonati che in singoli individui non zonati. I cristalli listiformi hanno composizione labradoritica, mostrando però una certa, se non assoluta, tendenza ad essere un pò più acidi (media del 60% An) quando si trovano a contatto con orneblenda e biotite rispetto a quando sono a contatto con augite o olivina (media del 68% An). I più scarsi plagioclasti interstiziali e i sottili bordi dei cristalli zonati sono invece di composizione più acida, da andesina ad andesina-labradorite.

Geminazioni per lo più complesse sec. albite, Carlsbad, ala B, periclino, raramente Baveno, variamente associate, sono sempre presenti, tranne in qualche plagioclastio interstiziale. Carattere abbastanza comune è la presenza di rotture protoclastiche risanate. Diffuse le alterazioni in confusi grumi microcristallini, a varia ripartizione, di epidoti, sericite e talora minerali argillosi. Non rari dei fini reticolati di venuzze cloritiche che attraversano i cristalli plagioclastici.

In qualche filone, soprattutto nella zona tra S. Efisio ed il paese di Orune, si ha limitata presenza di grossi (0,5-2 cm di lunghezza) cristalli plagioclastici idiomorfi che danno alla roccia un aspetto porfirico. La composizione è ancora labradoritica, con zonature oscillanti e più intense al bordo, con composizione estrema tra An₇₅ ed An₄₅, quest'ultima solo per bordi molto sottili; le trasformazioni sericitico-epidotico-argillose sono abbondanti e diffuse a chiazze.

La scarsa *olivina*, presente solo in pochi campioni, ha composizione forsteritica (incoloro, $2V = 90^\circ$) ed è alquanto trasformata.

L'*augite* ha composizione lievemente variabile da campione a campione ($2V_x = 46^\circ-50^\circ$; $c^\circ Z = 46^\circ-48^\circ$; birifrangenza media, colore grigio o grigio-verde chiaro, forte dispersione). E' variamente uralitizzata.

L'*orneblenda* ha in genere le seguenti proprietà:

X = giallo chiaro	$2V_x$ medio = 77°	$c^\circ X = 24^\circ$
Y = Z = bruno-verde	birifrazione media,	forte dispersione.

Il colore varia alquanto sfumando verso toni decisamente verdi. In alcuni campioni esaminati manca l'orneblenda bruno-verde ed è invece

⁽¹⁾ Queste determinazioni e quelle che seguono sono state eseguite a T.U. utilizzando le misure angolari caratteristiche e gli angoli $2V$. I valori riportati vanno intesi approssimati al $\pm 3\%$ An.

presente, molto scarsa, una orneblenda verde con $Z' =$ verde-azzurro, sulla quale però, data la scarsezza e le ampie alterazioni, non si sono potuti misurare valori ottici sicuri.

La *biotite* è fortemente pleocroica con $Z' =$ bruno intenso, talora bruno-nerastro; è molto cloritizzata.

Magnetite o *ilmeneite* sono in granuli isolati o concresciuti ai femici.

L'*apatite* è in aciculi incrociantisi, spesso sottilissimi. Rari minuti granuli indeterminabili, con alone polieroico, si trovano in *biotite* e *clorite*.

I prodotti secondari, o quanto meno non facenti parte della tipica compagine magmatica, sono molti e molto variamente associati. *Antigorite*, *antofillite* e *talco*, assieme a *magnetite*, sono i normali prodotti di trasformazione dell'olivina, per lo più associati tra loro; più comuni i primi due.

Augite ed orneblenda subiscono una trasformazione uralitica secondo i seguenti stadi: augite \rightarrow *tremolite* (o *actinolite*) e *antofillite* in aggregati sub-paralleli \rightarrow aggregati confusi *anfibolico-talco-cloritici*; orneblenda bruno-verde \rightarrow *orneblenda verde* o *verde-azzurra* \rightarrow *tremolite* o *actinolite* \rightarrow *cloriti* (*pennina*). Naturalmente non tutti gli stadi sono sempre presenti.

I prodotti secondari più comuni sono gli aggregati *tremolite* (*actinolite*)-*antofillite*-*talco*-*cloritici*, dove i vari termini sono mescolati in proporzioni e modo variabili. A volte questi aggregati mostrano relazioni ofitiche nei confronti dei plagioclasti, per cui è chiara la loro derivazione deutERICA da femici. Essi tendono però a sfrangiarsi sul bordo, perdendo gradualmente l'originaria forma geometrica e assumendo invece forme rotondeggianti o irregolari. Al bordo degli aggregati diviene prevalente la *pennina*, che è pure il più comune prodotto alterativo di *biotite* e *orneblenda*.

Più rari sono gli aggregati secondari costituiti da una base di *pennina* in cui stanno scarsi aghetti di *actinolite* e granuli di *calcite*.

Epidoti si ritrovano talvolta, oltre che come prodotto di alterazione di plagioclasti, anche in cristalli o piccoli aggregati interstiziali. La *calcite* forma grumi irregolari e brevi venuzze.

Si riportano i risultati di analisi chimica di tre campioni scelti come rappresentativi di tipi differenti, assieme alle percentuali dei cationi e ai valori Niggli.

	% in peso				% dei cationi		
	1	2	3		1	2	3
SiO ₂	46,41	46,35	47,87	Si	44,24	43,52	46,00
TiO ₂	2,51	1,81	1,27	Ti	1,80	1,28	0,92
Al ₂ O ₃	16,34	18,06	17,68	Al	18,36	19,99	20,02
Fe ₂ O ₃	3,94	3,13	2,58	Fe'''	2,83	2,21	1,87
FeO	8,13	7,23	6,88	Fe''	6,48	5,67	5,53
MnO	0,15	0,11	0,09	Mn	0,12	0,09	0,07
MgO	6,78	7,83	8,49	Mg	9,63	10,95	12,16
CaO	8,97	10,05	8,71	Ca	9,16	10,11	8,96
Na ₂ O	2,61	2,65	1,61	Na	4,82	4,83	3,00
K ₂ O	1,98	1,13	1,20	K	2,41	1,35	1,47
P ₂ O ₅	0,19	n.d.	n.d.	P	0,15	—	—
H ₂ O ⁺	2,21	1,79	3,44		—	—	—
H ₂ O ⁻	0,22	0,34	0,35		—	—	—
	100,44	100,48	100,17	O	146,21	147,20	144,61
				OH	14,06	11,22	22,04

valori Niggli

	1	2	3	
<i>si</i>	108	103,5	112,5	1 - Diabase a grana media, in filone con andamento circa EW, a S. Efisio.
<i>ti</i>	4,5	3	2	
<i>al</i>	22,5	23,5	24,5	2 - Diabase a grana medio-grossa, in filone con andamento NE-SW, al km 12 strada Nuoro-Bitti.
<i>fm</i>	46,5	45	48	
<i>c</i>	22,5	24	22	3 - Diabase a grana minuta, al km 14 strada Nuoro-Bitti, in filone con andamento NE-SW.
<i>alc</i>	8,5	7,5	5,5	
<i>k</i>	0,33	0,22	0,33	
<i>mg</i>	0,50	0,58	0,62	
<i>c/fm</i>	0,48	0,53	0,46	
<i>qz</i>	— 26	— 26,5	— 9,5	

Tipi magmatici gabbroidi, soprattutto normalgabbroide; lieve tendenza al normalgabbrodioritico per la roccia 1.

Il chimismo delle tre rocce prese in esame si rivela abbastanza omogeneo, anche se qualche diversità si può notare tra di esse. Le differenze di maggior significato riguardano le quantità assolute o relative di allumina, di magnesia, di ossidi di ferro, di soda, di ossido di titanio. Di queste la variazione in magnesia e in ossidi di ferro è con tutta probabilità da attribuire ad un fatto differenziativo di ordine primario, perchè ad una diminuzione del contenuto in ferro corrisponde un aumento delle quantità di magnesio, come dimostrano con evidenza sia i valori percentuali che i parametri *mg*. La differenziazione tra femici non sembra però legata ad una variazione di acidità secondo uno schema normale; chè il più alto parametro *mg* corrisponde alla roccia con contenuto in silice lievemente più alto. Non crediamo però di potere considerare particolarmente significativi questi fatti sia a causa delle alterazioni presenti sia perchè la tendenza differenziativa notata può avere un significato di variazione locale, in relazione al gioco selettivo che si può operare sia nelle profonde sorgenti magmatiche sia durante la salita dei magmi filoniani.

La variazione della quantità di TiO_2 è inversa a quella della magnesia e corrispondente a quella degli ossidi di ferro ed è quindi da considerare legata ai fatti di differenziazione accennati.

Di tutt'altro significato paiono il variare dell'allumina e del sodio. In particolare la quantità molto scarsa di Na_2O nella roccia 3 è legata all'alterazione argillosa dei plagioclasti, che è abbastanza spinta; probabilmente alla stessa causa è anche da riferire il contenuto in CaO lievemente più basso che nelle altre rocce. Si noti che nella stessa roccia 3 si ha la massima quantità relativa di allumina e la più alta percentuale di H_2O^+ . Il contenuto relativo in allumina è piuttosto elevato anche per le rocce 1 e 2, ed è da considerare come l'effetto delle trasformazioni secondarie, che risultano dall'analisi petrografica. Forse alla stessa causa è da attribuire anche il contenuto un po' alto in K_2O della roccia 1 (sericitizzazione per apporto di potassio?).

L'analogia petrochimica con tipi gabbroidi, non cancellata nemmeno dalle alterazioni secondarie, pone l'accento sulla natura diabasica delle rocce considerate. Il contenuto in alcali è sempre alquanto basso; solo per la roccia 1, essendo le quantità di alcali un po' più alte, si ha una lieve tendenza verso tipi lamprofirici. Si noti però che la tenue tendenza alcalina non costituisce alcuna anomalia per un chimismo diaba-

sico. ma rientra perfettamente nei normali limiti petrochimici. Confronti eventuali con tipi lamprofirici (Niggli-Beger, 1923) mostrano qualche analogia con alcune odiniti o kersantiti basiche al limite dei rispettivi campi di composizione. L'attribuzione delle rocce qui analizzate a questi gruppi non è però possibile sia per ragioni paragenetiche (la scarsità o mancanza di biotite non è in accordo con il concetto di kersantite) o strutturali (né le kersantiti né le odiniti hanno struttura ofitica).

Una attribuzione lamprofirica si può anche basare sui dati riportati da Troeger (1935, pag. 140-141), il quale parla di « Diabasspessartit » per una roccia a chimismo simile a quelle qui studiate, per quanto a composizione mineralogica un po' diversa. E' da notare però che il chimismo della roccia di Troeger ha carattere scarsamente alcalino ed esce dal campo delle spessartiti come è definito da Beger (Niggli-Beger, 1923).

b - *Diabase orneblenditico* (1)

Costituisce un grosso corpo filoniano che raggiunge lo spessore di una ventina di metri, circa all'altezza del km 15 della strada Nuoro-Bitti. La roccia è profondamente degradata secondo motivi globulari e con produzione di parti sbiancate o rossastre. Vene di quarzo l'attraversano. La grana è media, la struttura è ofitica intersertale, rilevabile anche macroscopicamente.

Per questa struttura è da avvicinare ai diabasi già descritti, da cui però si distacca per certe differenze di composizione mineralogica, principalmente una quantità alquanto più elevata di orneblenda.

La composizione è espressa dalla tabellina che segue:

plagioclasì	47%	biotite	2
augite	15	aggregati di geni secondaria	22
orneblenda	9,5	magnetite e apatite	4,5

Tra i plagioclasì sono compresi i loro prodotti di trasformazione.

(1) Questa roccia rientra bene nella vecchia definizione di proterobase. A tale antica denominazione preferiamo quella data nel titolo del paragrafo.

I *plagioclasti* sono meno basici che nei diabasi normali: i massimi valori riscontrati, peraltro frequenti, sono del 60-62% An; sono anche frequenti le zonature e le parti interstiziali andesiniche fino ad oligoclasiche. Piccole parti veniformi di feldispato potassico sono qua e là presenti. Le alterazioni sono abbastanza diffuse con produzione soprattutto di grumi *argillosi* e in minor misura di *sericite*, mentre gli epidoti sono scarsi.

I *pirosseni* sono di due tipi differenti, senza sfumature intermedie, per quanto siano molto difficilmente distinguibili tra loro. Si tratta di un'*augite diopsidica* ($2V_z = 43^\circ$; $c^{\wedge}Z = 42^\circ$) quasi incolore e di una *augite tendente all'egirinaugite* ($2V_z = 61^\circ$; $c^{\wedge}Z = 58^\circ$), con lieve colorazione in grigio-verde pallido (1).

Anche gli *anfibioli* primari sono di due tipi fondamentali, tra i quali esistono sfumati passaggi. Si tratta di una prevalente orneblenda bruna (X=giallo-bruno chiaro; Y=bruno fino a bruno giallastro; Z=bruno giallastro) a una verde (X=giallo verde chiaro; Y=verde; Z=verde); $2V_x$ varia da 84° a 72° ; $c^{\wedge}Z$ da 8° a 20° . I diversi tipi di anfibioli sono associati tra loro non di rado secondo zone con nucleo bruno e bordi verdi. Entrambi tendono a venire trasformati in *actinolite*, che a sua volta si altera nei confusi aggregati di cui si dirà sotto; rara è una trasformazione in orneblenda verde-blu a birifrazione medio-bassa.

La scarsa *biotite* è in lamine molto colorate ($Z' =$ bruno nerastro) e fortemente alterate.

Gli aggregati femici secondari sono di varia costituzione. Oltre ad *actinolite* aghiforme o raggiata e a *pennina* si riconoscono molto di frequente aggregati minutissimi, ad aspetto microgranulare, di minerali verdecchi, a rifrazione simile alle cloriti, ma a birifrazione più alta. La piccolezza dei cristalli e gli scarsi dati desumibili permettono poche precisazioni: è da supporre che si tratti di montmorillonoidi o simili minerali secondari.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

(1) v Troeger, 1956, p. 64.

% in peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	47,86	Si	46,42	<i>si</i>	124
TiO ₂	1,50	Ti	1,10	<i>ti</i>	3
Al ₂ O ₃	20,96	Al	23,95	<i>al</i>	32
Fe ₂ O ₃	2,98	Fe ^{'''}	2,18	<i>fm</i>	41
FeO	5,69	Fe ^{''}	4,61	<i>c</i>	19
MnO	0,20	Mn	0,16	<i>alc</i>	8
MgO	5,76	Mg	8,32	<i>k</i>	0,24
CaO	6,89	Ca	7,16	<i>mg</i>	0,54
Na ₂ O	2,48	Na	4,66	<i>c/fm</i>	0,46
K ₂ O	1,17	K	1,44	<i>qz</i>	— 8
H ₂ O ⁺	3,98				
H ₂ O ⁻	0,90				
	<hr/>				
	100,37	O	144,66		
		OH	25,74		

Tra i dati più salienti dell'analisi chimica è da notare l'altissima quantità di allumina, del tutto anomala per una roccia di questo tipo; tanto più anomala se si osserva il forte eccesso della differenza $al - (c + alc) = 5$. La cosa è da mettere in relazione con le trasformazioni dei minerali primari, ed in particolare con la genesi di minerali argillosi per alterazione dei plagioclasti, dell'augite e dell'orneblenda. Anche gli alti valori di H₂O portano conferma ad un fenomeno alterativo di questo genere, ed in particolare la notevole quantità di H₂O⁻ ottenuta già a 105°C.

Gli altri dati chimici sono pure influenzati, per quanto in modo meno accentuato, dalle stesse trasformazioni. Mentre gli ossidi femici si possono supporre rimasti più o meno invariati (a parte forse una diminuzione relativa all'aumento in Al₂O₃), calcio e alcali si sono, con tutta probabilità, impoveriti, dato che da minerali loro propri (feldispati, pirosseni, anfiboli) si è passati a minerali che li contengono poco o nulla (minerali argillosi).

Di questo è necessario tener conto nel confronto con i tipi magmatici. I dati di composizione attuali non possono venir assimilati ad alcun

tipo magmatico di Niggli se non, in scarsissima misura, all'orbitico. Ma se si suppone, come è legittimo, un'originaria maggiore quantità di calcio e di alcali, si rientrerebbe in tipi gabbrodioritici o in altri tipi vicini, forse anche a tendenza alcalina. La stessa cosa permetterebbe di riconoscere quella tendenza verso alcuni gruppi lamprofirici (camp-toniti) che la paragenesi mineralogica suggerisce.

Spessartiti e porfiriti.

Sono raggruppate assieme, anche se l'accostamento può ad una prima vista apparire eterodosso, le rocce filoniane femiche che prevalgono nella regione a ovest e a nord di S. Efisio. Si tratta di spessartiti che gradualmente sfumano verso porfiriti per il variare dei caratteri mineralogico-strutturali (aumento del numero dei fenoicristalli sialici e impoverimento di quelli femici) e petrochimici (diminuzione della caratteristica alcalinità-femicità).

Anche lo sviluppo, in grado vario e non di rado selettivo, di trasformazioni secondarie tende a complicare la paragenesi e la struttura e a rendere ancora più difficile una netta definizione per alcune delle rocce studiate.

I filoni sono in media meno potenti di quelli diabasici, di solito sui due metri di spessore, e non superano i 4-5 metri. L'aspetto delle rocce costituenti è vario, allo stesso modo del loro grado di consistenza e di alterazione. Entro il gruppo sono state fatte numerose distinzioni che seguono.

a - *Spessartite orneblenditica.*

Roccia di aspetto microdioritico, a parti chiare e scure scindibili macroscopicamente che costituisce un filone all'altezza del km 20 della strada Nuoro-Bitti. La struttura risulta panidiomorfa ed è caratterizzata dalla presenza di cristalli idiomorfi di orneblenda e di plagioclasti in due ordini di dimensioni, con alterazioni abbastanza spinte.

Degli originari *plagioclasti* sono rimasti soltanto delle parti residue, solitamente al bordo dei cristalli, su cui ogni determinazione rigorosa è impossibile. I bassi indici di rifrazione indicano composizioni di albite o di oligoclasio acido. Il corpo del cristallo è trasformato in aggregati minuti di *sericite* ed *epidoti*.

Abbastanza abbondante è l'*orneblenda* bruna, con $c^{\circ}Z = 13^{\circ}-16^{\circ}$, $2V_x = 72^{\circ}-78^{\circ}$, X = giallo verdastro; Y = bruno verdastro; Z = bruno-verde, che tende a venire fortemente trasformata in confusi aggregati di *tremolite* e *pennina*, con prevalenza della seconda, accompagnati eventualmente da *epidoti*, *titanite* e *ossidi di ferro*. Aggregati analoghi sono, indipendenti dall'*orneblenda*, in chiazze o posizioni interstiziali. La *tremolite* ($c^{\circ}Z = 18^{\circ}$) prosegue di frequente l'orientazione dell'*orneblenda*.

Relativamente abbondante è il *quarzo* interstiziale; interstiziali pure piccoli granuli albitici con minute vermiculazioni antipertitiche di feldispato potassico. Non è raro che il *quarzo* interstiziale corroda i vari componenti, mantenendone dei brandellini.

L'*apatite* e la *magnetite* sono abbastanza frequenti.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	54,52	Si	52,80	si	159,5
TiO ₂	1,35	Ti	0,98	ti	3
Al ₂ O ₃	16,03	Al	18,30	al	27,5
Fe ₂ O ₃	3,48	Fe'''	2,54	fm	46
FeO	5,42	Fe''	4,39	c	14,5
MnO	0,04	Mn	0,04	alk	12
MgO	5,72	Mg	8,25	k	0,37
CaO	4,63	Ca	4,80	mg	0,54
Na ₂ O	2,64	Na	4,96	c/fm	0,32
K ₂ O	2,38	K	2,94	qz	+ 11,5
H ₂ O ⁺	3,29				
H ₂ O ⁻	0,44				
	<hr/>				
	99,94	O	148,16		
		OH	21,24		

Il tipo magmatico può rientrare tra i dioritici o i gabbroidi alcalini; lieve somiglianza si ha col tipo Na-lamprositico.

Il chimismo è molto caratteristico per la fortissima tendenza femica accompagnata da una discreta alcalinità. La difficile inquadrabilità in normali tipi magmatici, dovuta principalmente all'eccesso di allu-

mina, al relativamente basso contenuto in CaO, al carattere sodico poco accentuato, trova la sua spiegazione nelle trasformazioni secondarie dei plagioclasii e dell'orneblenda. Sia l'eccesso di allumina che la discreta quantità di potassio sono provocati in buona parte dalla diffusissima sericitizzazione dei plagioclasii; il basso contenuto in calcio è probabilmente da riferire ad una perdita connessa alla trasformazione dei plagioclasii e alla cloritizzazione degli anfiboli; lo stesso fatto ha contribuito a fornire l'eccesso di allumina. Il valore positivo del parametro qz va forse messo in relazione con una certa silicizzazione tardiva, messa in evidenza dal quarzo interstiziale e corrodente gli altri componenti.

In conseguenza dei processi detti si ha un notevole allontanamento da quella che si può supporre l'originaria composizione e si ha una uscita della roccia dal campo petrochimico delle spessartiti ed un suo avvicinarsi ai gruppi delle kersantiti acide o delle cuseliti, i quali appunto sono caratterizzati da un frequente eccesso di allumina, da un basso contenuto in calcio e da un certo carattere potassico. Data la natura secondaria di questi caratteri, e poichè i dati mineralogico-strutturali indicano una paragenesi di spessartite, crediamo legittimo mantenere tale denominazione anche in mancanza di una perfetta inquadratura petrochimica. Per altro è da notare che alcune rocce indicate come spessartiti da Niggli-Beger (1923) dimostrano pur'esse un parametro c alquanto basso e un parametro k relativamente alto. Manca però sempre un eccesso di al .

b - *Spessartite orneblenditica porfirica.*

Roccia grigio scura con cristalli anfibolici, plagioclasici e di pirite in un fondo minuto; costituisce un filone a R. Barissone a W di S. Efisio.

La struttura è nettamente porfirica con fenocristalli di orneblenda e di aggregati secondari su originari plagioclasii. Il fondo è minuto e molto confuso. Gli aggregati derivati da *plagioclasii*, dei quali non è rimasto quasi residuo alcuno, sono costituiti da *sericite* ed *epidoti*, con concentrazione di questi ultimi in parti nucleari o in zone concentriche entro l'aggregato (originarie zonature dei plagioclasii?). Calcite e cloriti sono più scarse.

L'*orneblenda*, spesso ben conservata, è verde, con X = giallo chiaro; Y = giallo brunastro con toni verdi; Z = giallo verdiccio, con toni bruni; spesso geminata anche polisinteticamente sec. 100; $2V_x = 81^\circ$,

$c^{\wedge}Z = 20-22^{\circ}$. Alcuni suoi cristalli hanno subito una tipica corrosione magmatica da parte del fondo.

Vari aggregati di *pennina* e *calcite*, con generale prevalere della prima, e solitamente accompagnati da granulazioni di *titanite*, sono il prodotto di trasformazione dell'orneblenda, e compaiono sia a contatto con granuli o aggregati della stessa, sia isolatamente per distruzione completa dell'orneblenda originaria, dei cui cristalli peraltro mantengono spesso la forma. E' più raro che gli stessi aggregati si sfrangano irregolarmente.

Il fondo è estremamente minuto e male scindibile. Vi si riconoscono sbarrette di *plagioclasti* trasformati, *cloriti*, *quarzo*, granulazioni opache o semiopache; è però possibile la presenza di altri componenti la cui distinzione è impossibile. Qua e là si hanno irregolari parti minute, grigio-brunastre, otticamente isotrope (vetro?). Granuli anche grossi di *pirite* sono sparsi in modo irregolare.

I risultati dell'analisi chimica seguono (1).

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	56,12	Si	52,60	<i>si</i>	171
TiO ₂	1,21	Ti	0,85	<i>ti</i>	3
Al ₂ O ₃	18,03	Al	19,92	<i>al</i>	32,5
Fe ₂ O ₃	2,41	Fe'''	1,70	<i>fm</i>	38,5
FeO	3,36	Fe''	2,63	<i>c</i>	17,5
MnO	0,10	Mn	0,08	<i>alc</i>	11,5
MgO	5,34	Mg	7,45	<i>k</i>	0,46
CaO	5,41	Ca	5,43	<i>mg</i>	0,63
Na ₂ O	2,10	Na	3,82	<i>c/fm</i>	0,46
K ₂ O	2,68	K	3,21	<i>qz</i>	+ 25
CO ₂	1,81	C	2,31		
H ₂ O ⁺	1,89				
H ₂ O ⁻	0,12				
	100,58	O	157,16		
		OH	11,80		

(1) La *pirite* è stata previamente eliminata.

Anche per questa, come per la spessartite che precede, il chimismo risulta fortemente influenzato dalle abbondanti trasformazioni secondarie: l'eccesso di allumina e il forte carattere potassico sono senza dubbio da porre in relazione con la sericitizzazione dei plagioclasii. La presenza di parti indeterminabili e forse addirittura di vetro, nella pasta di fondo rende inoltre disagevole un preciso confronto tra chimismo e composizione mineralogica.

Con i normali tipi magmatici classificati da Niggli esiste scarsa somiglianza, se non una certa tendenza, per altro lieve, verso il tipo tonalitico. E' da tener conto però, al riguardo, che il carattere potassico è con tutta probabilità acquisito e che si può postulare di conseguenza una certa perdita di sodio. Il calcio liberato dalla trasformazione dei plagioclasii (a parte quello fissato negli epidoti) e dalla cloritizzazione degli anfiboli viene compensato probabilmente da quello presente nella calcite, per cui non dovrebbe aversi una perdita complessiva di questo elemento.

Le abbondanti trasformazioni portano anche in questo caso la roccia, che per mineralogia è da definire spessartite, verso chimismi differenti. Si ha soprattutto un avvicinarsi a tipi mafitici o, solo in minor misura, kersantitici, per quanto resti l'anomalia dell'eccesso di allumina.

Un confronto con la spessartite prima trattata permette di notare una certa differenza sia paragenetica (abbondanti plagioclasii in due generazioni) sia chimica (minore femicità e quindi, in rapporto, una minore alcalinità). Ciò dimostra un certo sfumare verso porfiriti.

c - Spessartiti plagioclasico-epidotico-cloritiche con tendenza a porfiriti.

Costituiscono alcuni filoni in R. Marteddu e R. Barissone, a ovest di S. Efisio. Sono rocce nettamente porfiriche con fenocristalli prismatici attribuibili ad anfiboli e fenocristalli feldspatici in un fondo minuto color grigio. L'analisi petrografica rivela come siano sviluppatissime le trasformazioni secondarie, tanto che degli originari *anfiboli* sono rimasti, e non in tutti i campioni, scarsi brandelli soltanto, i quali rivelano un'*orneblenda* con $X =$ giallino-incolore, $Y = Z =$ verde, $c^{\circ}Z = 18^{\circ}$. I prodotti secondari sono dati da *epidoti* pistacitici, *cloriti*, *oligoclasio* e *quarzo*, aggregati in modo da mantenere in parte la forma esterna dell'originario cristallo anfibolico.

I *fenocristalli plagioclasici* sono sericitizzati e argillificati, con alcune loro parti invase da aggregati epidotici ed in minor misura da cloriti; le parti residue rivelano composizioni di oligoclasio vicino al 20% An. In alcuni casi entro il plagioclasio si riconoscono irregolari chiazze antipertitiche di *feldispato potassico*.

Nel fondo si ha ricorrenza di *plagioclasii* ed *orneblenda* uguali a quelli dei fenocristalli e con le stesse trasformazioni, accompagnati da *quarzo*, *cloriti*, *epidoti*, *ossidi di ferro* e *granulazioni leucoxeniche*. La clorite è di solito pennina e dà luogo ad irregolari plaghe associate ad epidoti o agli altri costituenti; tali plaghe corrispondono ad originari femici, la cui identità morfologica è stata cancellata dalla ricristallizzazione deutERICA, che ha reso piuttosto incerti e vaghi i motivi strutturali del fondo.

L'analisi chimica di uno dei campioni esaminati, ha dato i seguenti risultati:

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	56,71	Si	53,69	<i>si</i>	174,5
TiO ₂	0,77	Ti	0,56	<i>ti</i>	2
Al ₂ O ₃	20,45	Al	22,81	<i>al</i>	37
Fe ₂ O ₃	3,99	Fe'''	2,84	<i>fm</i>	38,5
FeO	2,92	Fe''	2,31	<i>c</i>	12,5
MnO	0,04	Mn	0,04	<i>alc</i>	12
MgO	4,75	Mg	6,70	<i>k</i>	0,27
CaO	3,79	Ca	3,84	<i>mg</i>	0,56
Na ₂ O	2,87	Na	5,27	<i>c/fm</i>	0,32
K ₂ O	1,61	K	1,94	<i>qz</i>	+ 26,5
H ₂ O ⁺	2,29				
H ₂ O ⁻	0,20				
	100,39	O	156,23		
		OH	14,46		

Malgrado il campione scelto per l'analisi sia il meno trasformato tra quelli esaminati, appare chiaro dai risultati come i processi di tra-

sformazione deutERICA abbiano spostato in modo netto molti valori quantitativi. Valga la quantità di Al_2O_3 , e conseguentemente del parametro *al*, tanto alta da essere in fortissimo eccesso sugli ossidi calcio-alcalini ($al - (c + alc) = 12,5$); valga pure l'alta quantità relativa di ossido ferrico e la relativa scarsezza in calcio.

Tutto questo fa sì che non si ritrovi alcuna somiglianza con nessuno dei tipi magmatici classificati da Niggli e nemmeno alcuna analogia con i tipi medi e i singoli esempi di lamprofiri riportati da Beger.

d - *Porfiriti albitico-epidotico-cloritiche con tendenza lamprofirica.*

Sono rocce microgranulari, grigiastre con non grandi fenocristalli feldispatici, che costituiscono alcuni filoni a nord ed a ovest di S. Efisio. La struttura è porfirica con il fondo a tendenza panidiomorfa; in rapporto diretto con le avanzatissime trasformazioni che hanno mutato l'originaria paragenesi si ha una variazione dei motivi strutturali per cui la compagine tende a divenire estremamente confusa e mal definibile.

I fenocristalli feldispatici sono di *albite* molto intorbidata e fittamente impregnata di *granulazioni epidotiche, argillose e sericitiche*. Identica la natura dei feldispati del fondo.

Tra i femici primari (talora in fenocristalli) si riconosce in alcuni campioni l'*orneblenda bruna* che si trasforma in *orneblenda verde* e poi in termini *actinolitici*; questa trasformazione va di conserva con un'intensa cloritizzazione. In altri campioni si ha una *biotite* fortemente scolorita sfumante a clorite. Orneblenda e biotite si escludono a vicenda in una stessa roccia.

Le cloriti, rappresentate da *pennina* passante di frequente a *clinocloro*, sono molto abbondanti sia in pseudomorfo su femici primari, che sparse nel fondo; sono spesso accompagnate da *granulazioni leucoxeniche, ossidi di ferro* in parte limonitizzati, *epidoti* pistacitici, *quarzo* in granuli interstiziali.

In un campione si hanno alcune forme rotondeggianti, forse vuaci nell'originaria compagine, riempite da aggregati centripeto-raggiati di actinolite fortemente colorata da ossidi limonitici, talora accompagnata da albite. Il nucleo della forma è riempito da uno o più granuli di quarzo.

Seguono i risultati di analisi chimica di un campione tra i meno trasformati:

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	56,01	Si	53,69	<i>si</i>	169,5
TiO ₂	1,50	Ti	1,08	<i>ti</i>	3,5
Al ₂ O ₃	16,48	Al	18,62	<i>al</i>	29,5
Fe ₂ O ₃	2,47	Fe'''	1,78	<i>fm</i>	41,5
FeO	5,53	Fe''	4,43	<i>c</i>	15,5
MnO	0,09	Mn	0,08	<i>alc</i>	13,5
MgO	4,86	Mg	6,94	<i>k</i>	0,25
CaO	4,77	Ca	4,90	<i>mg</i>	0,52
Na ₂ O	3,42	Na	6,36	<i>c/fm</i>	0,37
K ₂ O	1,73	K	2,12	<i>qz</i>	+ 17,5
H ₂ O ⁺	3,28				
H ₂ O ⁻	0,32				
	<hr/>				
	100,46		100,00		
		O	160,73		
		OH	19,82		

E' da notare principalmente il carattere alcalino-sodico abbastanza evidente che fa avvicinare il tipo chimico della roccia analizzata verso chimismi natrongabbroidi, a parte un certo eccesso in *al* ed *si* ed un certo difetto in *c*; il parametro *alc* è troppo alto per tipi dioritico-gabbrodioritici, per i quali d'altra parte c'è ancora una deficienza nel parametro *c*. Da tutto ciò, considerando anche le caratteristiche petrografiche della roccia, si può desumere che si sia avuta una complessiva perdita di calcio e forse un certo aumento indiretto di sodio e allumina, accanto alla normale acquisizione di acqua, ad opera delle trasformazioni pneumoidatogene.

Tra i chimismi lamprofirici la roccia trova un inquadramento scarsamente soddisfacente nei tipi kersantitici o, supponendo una perdita secondaria in calcio, tra i tipi spessartitici o anche odinitici.

e - *Porfirite quarzifere.*

Costituiscono alcuni filoni nella zona a ovest di S. Efsio. Sono rocce grigio-verdi, ricche di fenocristalli chiari.

La struttura è caratterizzata dalla presenza di fenocristalli plagioclasici e femici e di xenocristalli di quarzo in un fondo minuto, che presenta motivi panidiomorfi e fluidali fortemente disturbati e sfumati dalle trasformazioni secondarie.

A parte la presenza degli xenocristalli si tratta di rocce simili a quelle già descritte nei gruppi precedenti. La paragenesi è anche qui di bassa temperatura: albite-epidoti-cloriti e non esiste traccia dei femici primari che, per la forma dei loro aggregati di derivazione, sono ascrivibili ad anfiboli e a biotite. I motivi fluidali sono piuttosto diffusi, sottolineati soprattutto dalla disposizione di cristallini femici allungati (ora cloriti con ossidi limonitici e leucoxenici) ben ordinati attorno agli xeno- e feno-cristalli.

I non abbondanti fenocristalli femici sono ora costituiti da *epidoti* prevalenti e da *cloriti* (pennina fino a clinocloro). I *fenocristalli plagioclasici* sono spesso completamente sericitizzati, con contorni fortemente sfumati, mentre talora mantengono alcuni brandelli residui di composizione attorno al 45% An, in un pasta sericitico-calcitica colorata. In tale caso contengono *feldispato potassico* in piccolissime quantità e in forme ameboidi.

La natura di xenocristallo del *quarzo* è deducibile dalla forma arrotondata o corrosa ad ansa dei suoi granuli, dalla sua mancanza nel fondo, dalla concentrazione di cloriti che si nota talora ai suoi bordi, testimonianza di una locale differenziazione sollecitata dal corpo estraneo. Un caso analogo è stato riconosciuto in una porfirite quarzifera filoniana della zona di Onanì (D'Amico e Paganelli, 1960).

Nel fondo più minuto l'albite è fortemente alterata in microliti terrosi non definibili, le cloriti sono associate a ossidi limonitici e a epidoti.

L'analisi chimica di un campione ha dato i risultati seguenti:

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	62,59	Si	60,01	<i>si</i>	225
TiO ₂	0,69	Ti	0,50	<i>ti</i>	2
Al ₂ O ₃	14,86	Al	16,79	<i>al</i>	31,5
Fe ₂ O ₃	2,03	Fe'''	1,46	<i>fm</i>	34
FeO	3,07	Fe''	2,46	<i>c</i>	24,5
MnO	0,04	Mn	0,03	<i>alc</i>	10
MgO	3,62	Mg	5,17	<i>k</i>	0,44
CaO	6,33	Ca	6,50	<i>mg</i>	0,57
Na ₂ O	1,59	Na	2,96	<i>c/fm</i>	0,72
K ₂ O	1,93	K	2,36	<i>qz</i>	+ 85
CO ₂	1,34	C	1,76		
H ₂ O ⁺	1,92				
H ₂ O ⁻	0,30		100,00		
	<hr/> 100,31	O	162,60		
		OH	12,28		

Il chimismo rientra bene, nel complesso, in tipi tonalitici, a parte un certo eccesso in *si* e in *c*; non si ha alcuna analogia con tipi lamprofirici.

I caratteri più salienti sono la relativa acidità e la scarsa alcalinità associate ad un alto contenuto in calcio. L'acidità ($qz = + 85$) è ovviamente da mettere in relazione soprattutto con l'acquisizione dall'esterno degli xenocristalli di quarzo. La scarsa alcalinità è da riferire alle abbondanti trasformazioni secondarie; prevalendo fra queste le sericitizzazioni, si ha un certo carattere potassico, che è presumibilmente acquisito; l'alto contenuto in calcio con probabile arricchimento rispetto alla composizione originaria, va riferito alla formazione secondaria di abbondanti epidoti e anche di calcite.

Tutto ciò discosta le porfiriti quarzifere dalle altre rocce prima trattate, anche se si può presumere che i caratteri originari non fossero molto dissimili; in tutti i casi non si ritrova più la tendenza lamprofirica che si era già vista in quelle.

f - *Porfiriti albitico-cloritico-quarzifera.*

Si tratta di una roccia di aspetto analogo alle porfiriti quarzifere testé descritte, e come queste contiene xenocristalli arrotondati e corrosi di quarzo. Costituisce un filone a W di S. Efisio.

Molti sono i fenocristalli, con buone forme, di *albite*, e più scarsi sono quelli femici costituiti ora da aggregati di *pennina*. Il fondo è costituito da un fitto intreccio di sbarrette idiomorfe di albite con cloriti, interstiziali o a chiazze, e fitte punteggiature di ossidi limonitici e leucoxenici. Quantitativamente prevalgono le cloriti su tutti gli altri componenti.

L'albite è parzialmente sericitizzata. Grumetti terrosi a bassissima birifrazione (minerali argillosi?) accompagnano la pennina.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati:

% peso		% cationi		valori Niggli	
SiO ₂	57,86	Si	55,87	<i>si</i>	181,5
TiO ₂	1,25	Ti	0,91	<i>ti</i>	3
Al ₂ O ₃	16,51	Al	18,80	<i>al</i>	30,5
Fe ₂ O ₃	3,14	Fe ^{'''}	2,28	<i>fm</i>	57,5
FeO	4,63	Fe ^{''}	3,74	<i>c</i>	2
MnO	0,12	Mn	0,10	<i>alc</i>	10
MgO	7,98	Mg	11,48	<i>k</i>	0,13
CaO	0,65	Ca	0,67	<i>mg</i>	0,65
Na ₂ O	2,85	Na	5,34	<i>c/fm</i>	0,03
K ₂ O	0,66	K	0,81	<i>qz</i>	+ 41,5
H ₂ O ⁺	4,09				
H ₂ O ⁻	0,46		100,00		
	100,20	O	151,07		
		OH	26,34		

Carattere fondamentale per la roccia analizzata è la sua straordinaria povertà in calcio e la sua altissima femicità; completano il quadro l'alta quantità di allumina e la piuttosto bassa alcalinità. Tutto ciò, in accordo con le osservazioni petrografiche, sottolinea un particolare corso del processo alterativo, sottolineato da abbondanti fatti metaso-

matici che hanno profondamente variato quella che si può supporre l'originaria composizione porfiriteica.

La trasformazione ha operato in senso opposto al caso rappresentato dalle porfirite quarzifere viste al paragrafo *e*.

Considerazioni petrochimiche.

Le rocce filoniane basiche della regione attorno a S. Efisio sono state da noi suddivise nei due gruppi dei diabasi e delle rocce spessartitico-porfiriteiche in base a criteri mineralogici e strutturali. I diabasi sono stati definiti dalla loro struttura ofitica e dalla paragenesi primaria essenzialmente plagioclasico-pirossenica. Tranne che in un caso (diabase orneblenditico), orneblenda e biotite sono in quantità accessorie, tali da non mutare la definizione stessa.

Le rocce spessartitiche e quelle porfiriteiche sono state distinte per la loro struttura più o meno accentuatamente porfirica, con doppia generazione di plagioclasa e femici, e per i frequenti motivi panodiomorfi nella pasta di fondo. Quando tra i fenocristalli prevale l'orneblenda, la roccia è stata definita spessartite; nel caso contrario è stata definita porfirite. Molte sfumature rendono ardua una separazione definita in due sotto-gruppi, anche perchè diffuse trasformazioni secondarie sono presenti in tutte le rocce esaminate, provocando convergenze o divergenze di composizione mineralogica e chimica.

Il confronto di composizione delle rocce dei due gruppi tra loro e con alcune rocce di riferimento permette considerazioni interessanti. Per facilitare tali confronti si riuniscono in tabella 1 le percentuali dei cationi ed i valori Niggli per le dieci rocce analizzate. Nella tabella 2 vengono riportati alcuni valori di confronto, e precisamente: la media per kersantiti, spessartiti e odiniti data da Niggli-Beger (1923); le percentuali dei cationi e i parametri Niggli calcolati dalle medie di 20 diabasi e di 17 diabasi olivini riportate da Johannsen (1949, vol. III, pag. 315); gli stessi valori calcolati per quattro lamprofiri filoniani a NE di Buddusò (Emiliani, 1958); per un lamprofiro diabasico filoniano presso Bitti (D'Amico, 1960) e per due porfirite quarzifere filoniane, delle quali una a nord di Orune e una a nord-est di Onanì (D'Amico e Paganelli, 1960). Per i lamprofiri di Niggli-Beger non si possono riportare le percentuali dei cationi poichè gli autori danno solo i parametri Niggli.

TABELLA 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Si	44,24	43,52	46,00	46,42	52,80	52,60	53,69	53,69	60,01	55,87
Ti	1,80	1,28	0,92	1,10	0,98	0,85	0,56	1,08	0,50	0,91
Al	18,36	19,99	20,02	23,95	18,30	19,92	22,81	18,62	16,79	18,80
Fe'''	2,83	2,21	1,87	2,18	2,54	1,70	2,84	1,78	1,46	2,28
Fe''	6,48	5,67	5,53	4,61	4,39	2,63	2,31	4,43	2,46	3,74
Mn	0,12	0,09	0,07	0,16	0,04	0,08	0,04	0,08	0,03	0,10
Mg	9,63	10,95	12,16	8,32	8,25	7,45	6,70	6,94	5,17	11,48
Ca	9,16	10,11	8,96	7,16	4,80	5,43	3,84	4,90	6,50	0,67
Na	4,82	4,83	3,00	4,66	4,96	3,82	5,27	6,36	2,96	5,34
K	2,41	1,35	1,47	1,44	2,94	3,21	1,94	2,12	2,36	0,81
P	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C	—	—	—	—	—	2,31	—	—	1,76	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
O	146,21	147,20	144,61	144,66	148,16	157,16	156,23	160,73	162,60	151,07
OH	14,06	11,22	22,04	25,74	21,24	11,80	14,46	19,82	12,28	26,34
<i>si</i>	108	103,5	112,5	124	159,5	171	174,5	169,5	225	181,5
<i>al</i>	22,5	23,5	24,5	32	27,5	32,5	37	29,5	31,5	30,5
<i>fm</i>	46,5	45	48	41	46	38,5	38,5	41,5	34	57,5
<i>c</i>	22,5	24	22	19	14,5	17,5	12,5	15,5	24,5	2
<i>alc</i>	8,5	7,5	5,5	8	12	11,5	12	13,5	10	10
<i>k</i>	0,33	0,22	0,33	0,24	0,37	0,46	0,27	0,25	0,44	0,13
<i>mg</i>	0,50	0,58	0,62	0,54	0,54	0,63	0,56	0,52	0,57	0,65
<i>c/fm</i>	0,48	0,53	0,46	0,46	0,32	0,46	0,32	0,37	0,72	0,03

1, 2, 3 diabasi normali.

4 - diabase orneblenditico.

5 - spessartite orneblenditica.

6 - spessartite orneblenditica porfirica.

7 - spessartite con tendenza a porfirite.

8 - porfirite a tendenza lamprofirica.

9 - porfirite quarzifera.

10 - porfirite albitico-cloritico-quarzifera.

TABELLA 2

	K.	Sp.	Od.	20 Di.	17 Di.O.	Em. 4	Em. 5	Em. 6	Em. 7	Lam. d.	Porf. q. 7	Porf. q. 8
Si				47,95	47,84	43,50	43,93	43,85	44,25	44,65	57,47	54,86
Ti				1,02	0,90	1,14	1,27	1,30	1,30	1,24	0,66	0,68
Al				17,67	16,25	15,80	16,81	16,58	17,21	19,14	18,74	19,81
Fe'''				3,28	3,62	5,28	4,25	3,24	4,27	0,84	1,20	2,13
Fe''				5,38	5,04	6,60	6,48	5,69	6,25	7,43	3,76	3,34
Mn				0,18	0,20	0,10	0,14	0,11	0,16	0,20	0,06	0,04
Mg				8,34	10,42	13,77	8,55	11,40	8,73	9,77	3,18	4,42
Ca				9,02	9,74	7,61	10,50	8,92	10,32	7,62	6,00	6,32
Na				5,47	5,09	4,34	6,21	7,11	5,61	6,29	5,36	5,63
K				1,69	0,90	1,86	1,86	1,80	1,90	2,82	3,57	2,77
				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
O				149,74	149,32	145,22	144,66	143,04	143,95	140,58	156,13	153,27
OH				12,30	12,74	13,72	14,06	15,12	17,18	21,46	15,00	19,10
si	147	144	140	124	119	98	103	104	105	111,5	205	174
al	25,5	24,5	26,5	23	20	18	20	20	20,5	24	33,5	35
fm	42,5	42	41,5	44,5	48	58	46	48,5	46	45,5	29	31,5
c	17,5	19,5	19,5	23,5	24,5	17	24,5	21	24,5	19	21,5	20
alc	14,5	14	12,5	9	7,5	7	9,5	10,5	9	11,5	16	13,5
k	0,42	0,32	0,26	0,24	0,15	0,30	0,24	0,20	0,25	0,31	0,40	0,33
mg	0,55	0,53	0,56	0,49	0,54	0,53	0,44	0,55	0,45	0,54	0,39	0,44
c/fm	0,41	0,46	0,47	0,53	0,51	0,30	0,54	0,44	0,53	0,42	0,74	0,63

K., Sp., Od. = media per Kersantiti, Spessartiti e Odiniti sec. Niggli-Beger (1923, pag. 382). - 20 Di. e 17 Di.O. = media di 20 diabasi e 17 diabasi olivinici riportati da Johannsen (1949, vol. III, pag. 315). - Em. 4 ecc. « Lamprofiri » studiati da Emiliani (1958); la numerazione è quella originale dell'autore. - Lam. d. = lamprofiro diabasico di Bitti (D'Amico, 1960). - Porf. q. 7 e 8 = porfiriti quarzifere nei pressi di Onani (7) e a nord di Orune (8); la numerazione corrisponde a quella contenuta in D'Amico e Paganelli, 1960. —

TABELLA 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
$\Sigma fm + c + alc$	77,5	76,5	75,5	68	72,5	67,5	63	70,5	68,5	69,5		
% <i>fm</i>	60	59	63,5	60,5	63,5	57	61	59	49,5	82,5		
<i>c</i>	29	31	29	28	20	26	20	22	36	3		
<i>alc</i>	11	10	7,5	11,5	16,5	17	19	19	14,5	14,5		
	K.	Sp.	Od.	20 Di.	17 Di.O.	Em. 4	Em. 5	Em. 6	Em. 7	Lam.Di.	Porf.q.7	Porf.q.8
$\Sigma fm + c + alc$	74,5	75,5	73,5	77	80	82	80	80	79,5	76	66,5	65
% <i>fm</i>	57	55,5	56,5	58	60	70,7	57,5	60,5	58	60	43,5	48,5
<i>c</i>	23,5	26	26,5	30,5	30,5	20,7	30,5	26,5	31	25	32,5	30,5
<i>alc</i>	19,5	18,5	17	11,5	9,5	8,6	12	13	11	15	24	21

TABELLA 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Σ (1)	99,60 ⁽²⁾	100,00	100,00	100,00	100,00	97,69 ⁽⁴⁾	100,00	100,00	98,24 ⁽⁴⁾	100,00		
% Si	44,42	43,52	46,00	46,42	52,80	53,84	53,69	53,69	61,09	55,87		
Fem (2)	20,94	20,20	20,55	16,37	16,20	13,01	12,45	14,31	9,79	18,51		
Al + Ca + Na + K	34,64	36,28	33,45	37,21	31,00	33,15	33,86	32,00	29,12	25,62		
	K.	Sp.	Od.	20 Di.	17 Di.O.	Em. 4	Em. 5	Em. 6	Em. 7	Lam.Di.	Porf.q.7	Porf.q.8
Σ (1)	287 ⁽⁵⁾	282,5 ⁽⁶⁾	279 ⁽⁶⁾	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
% Si	51	51	50	47,95	47,84	43,50	43,93	43,85	44,25	44,65	57,47	54,86
Fem (2)	34	34	35	18,20	20,18	26,89	20,69	21,74	20,71	19,48	8,86	10,61
Al + Ca + Na + K	15	15	15	33,85	31,98	29,61	35,38	34,41	35,04	35,87	33,67	34,53

(1) $\Sigma = \text{Si} + (\text{Ti} + \text{Fe}''' + \text{Fe}'' + \text{Mn} + \text{Mg}) + (\text{Al} + \text{Ca} + \text{Na} + \text{K})$.

(2) Fem = Ti + Fe''' + Fe'' + Mn + Mg.

(3) Essendo P = 0,15, è stata costruita l'apatite sottraendo 0,25% a Ca; l'apatite non è stata calcolata e Σ è passata a 99,60 (100-0,40); % Ca è diventato = 8,91 (9,16-0,25). Si è riportato quindi a 100.

(4) E' stata sottratta a $\Sigma = 100$ la percentuale di C e si è riportato il tutto a 100. Il calcio della calcite è stato preso in considerazione.

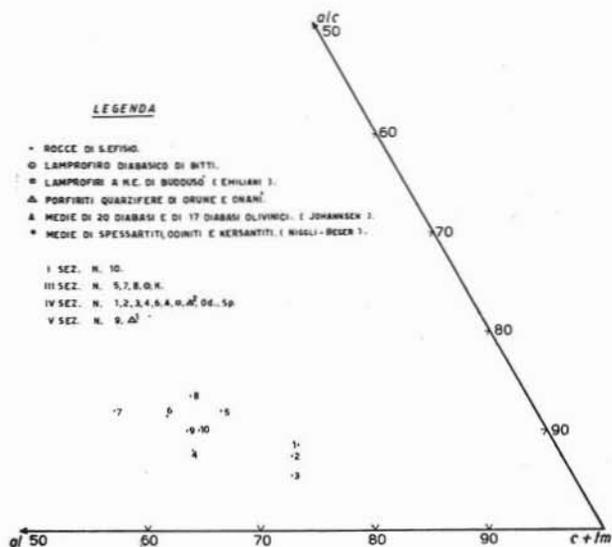
(5) I valori per Σ e i singoli gruppi sono tratti dai relativi parametri Niggli sulla base $si + fm + 2al + c + 2alc$, in modo da

Si può avere un primo confronto dalle tabelle 1 e 2 e dalla figura 1; in questa vengono riportati due diagrammi *al-alc-(c+fm)*, nel primo dei quali (*a*) vengono proiettati i punti delle rocce di S. Efsio, mentre nel secondo (*b*), accanto a queste, sono portati i punti rappresentativi delle rocce di confronto riportate in tabella 2. I diagrammi *1a* e *1b* sono estesi, per semplicità, a comprendere le sezioni dalla I alla V del tetraedro di Niggli. Poichè quasi tutte le rocce appartengono alla III e IV sezione, i confronti reciproci sono legittimi anche nel diagramma semplificato. E' da tener presente però che in questo modo alcuni punti mostrano una vicinanza apparente, mentre in realtà sono distanti tra loro; ciò vale soprattutto per le rocce 9 e 10 che non hanno la rappresentazione in punti vicini, come sembra nel diagramma, perchè l'una cade nella sezione V e l'altra nella sezione I, come è facilmente rilevabile dai rispettivi valori *c/fm*.

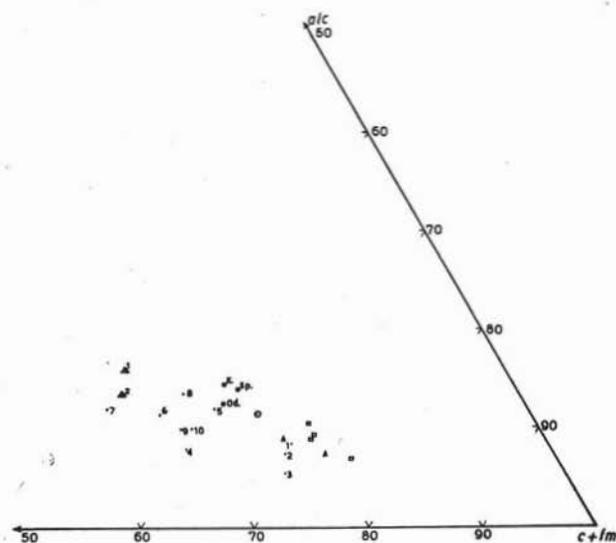
Si nota, nel diagramma *1a*, la vicinanza reciproca dei punti rappresentativi dei tre diabasi 1, 2, 3, mentre i punti corrispondenti alle altre rocce hanno una disposizione molto più sparsa. Il diabase orneblenditico 4, trova la sua rappresentazione in un punto spostato in direzione del vertice *al*, in accordo con l'alterazione argillosa abbastanza spinta che lo contraddistingue. Un corrispondente spostamento mostra la roccia 7 rispetto al campo delle spessartiti-porfiriti.

Il diagramma *1b* permette di notare come le rocce diabasiche di S. Efsio siano vicine per composizione alle medie di diabasi riportate da Johannsen e così pure ai « lamprofiri » studiati da Emiliani, per quanto questi ultimi mostrino una certa maggiore alcalinità. La roccia 5 è vicina al campo dei tre lamprofiri medi riportati, mentre le altre rocce se ne allontanano in grado variabile. Il lamprofiro diabasico di Bitti si pone tra la regione dei diabasi e quella dei lamprofiri, in accordo con la sua denominazione. Infine le due porfiriti quarzifere sono alquanto lontane da tutte le rocce studiate tranne, nel diagramma considerato, dalla roccia 7; tale vicinanza è però solo apparente, dovuta alla scelta dei parametri, come dimostra il confronto con gli altri diagrammi che seguono.

Il diagramma di fig. 2 serve a presentare con maggiore evidenza il corso delle variazioni chimiche connesse ai processi secondari di trasformazione. La linea tratteggiata rappresenta il rapporto $c + alc : al$ corrispondente ai feldispati. Si noti come i tre diabasi mostrino un valore positivo di tale rapporto (ma la roccia 3, la più trasformata, è vi-



1 a



1 b

Fig. 1. — Parte delle sezioni I-V del tetraedro *al-alc-c-fm* di Niggli. La spiegazione è nel testo.

cina al limite), mentre tutte le altre rocce, tranne la 9, mostrano un valore negativo. La posizione delle rocce 9 e 10 permette di riconoscere, accanto alla prevalente migrazione verso il vertice *al* legata ai normali fatti alterativi, due diversi corsi della variazione chimica, quali sono indicati dalle frecce; precisamente, un certo arricchimento in calcio

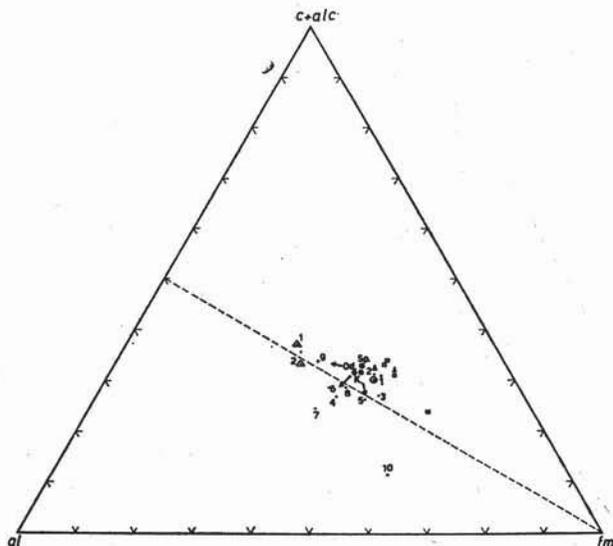
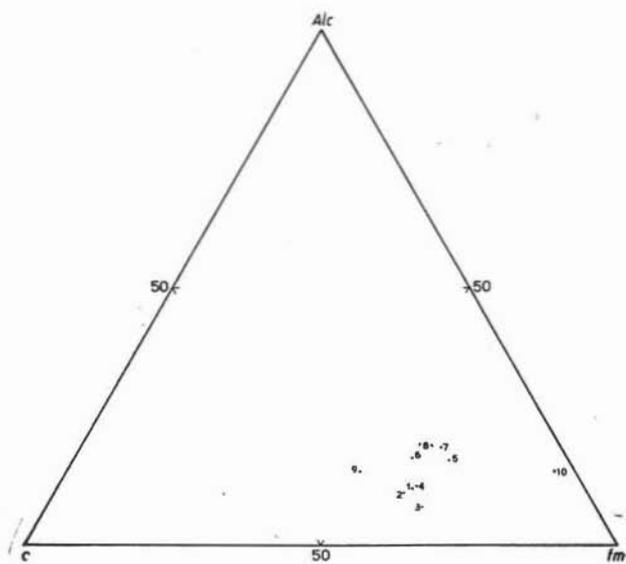


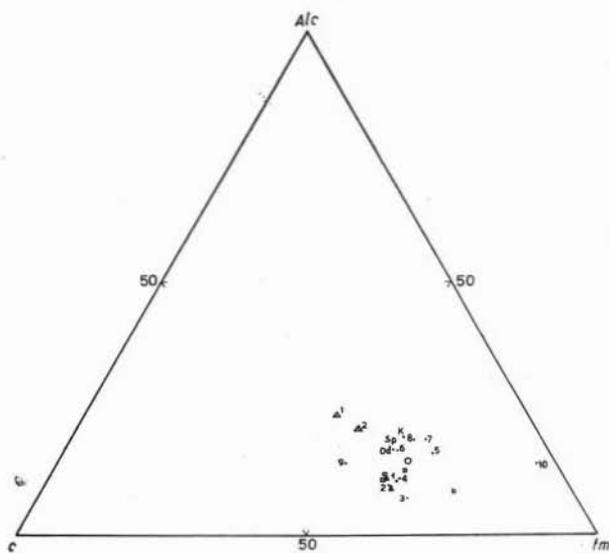
Fig. 2. — v. spiegazione nel testo e legenda di fig. 1.

per la roccia 9, la quale si avvicina così alla composizione delle due porfiriti quarzifere di riferimento; un fortissimo arricchimento in femici per la roccia 10, la quale è, a causa di esso, allontanata da qualsiasi altra roccia rappresentata.

Essendo la variazione di *al* legata ai fatti di trasformazione secondaria molto più degli altri parametri, si è pensato di tralasciare lo stesso *al* e diagrammare *fm*, *c* e *alc*, riportando la loro somma a 100. Ciò è fatto nella figura 3, nella quale sono proiettati i valori riportati nella tabella 3. L'accorgimento permette di eliminare in parte l'effetto delle trasformazioni e di avvicinarsi ai rapporti petrochimici originari: infatti il diabase orneblenditico trova la sua rappresentazione nelle immediate vicinanze degli altri diabasi, dimostrando anche per questa via la sua somiglianza con questi e mostrando pure come la sua alta quantità di allumina sia carattere acquisito. Le rocce 5, 6, 7, 8 sono pure



3 a

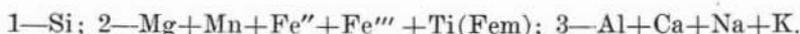


3 b

Fig. 3. — v. spiegazione nel testo e legenda di fig. 1.

sufficientemente raccolte e abbastanza vicine ai tipi lamprofirici. Spostate in direzioni opposte rispetto al gruppo centrale sono le rocce 9 e 10, poichè in queste il fatto deuteroico ha influenzato profondamente anche componenti diversi dall'allumina. Nel diagramma 3b si riconosce ancora l'analogia petrochimica delle rocce studiate da Emiliani con il gruppo dei diabasi; si riconosce il carattere intermedio del lamprofiro diabasico di Bitti e si rileva infine la scarsa analogia di qualsivoglia roccia qui esaminata con le porfiriti quarzifere di riferimento.

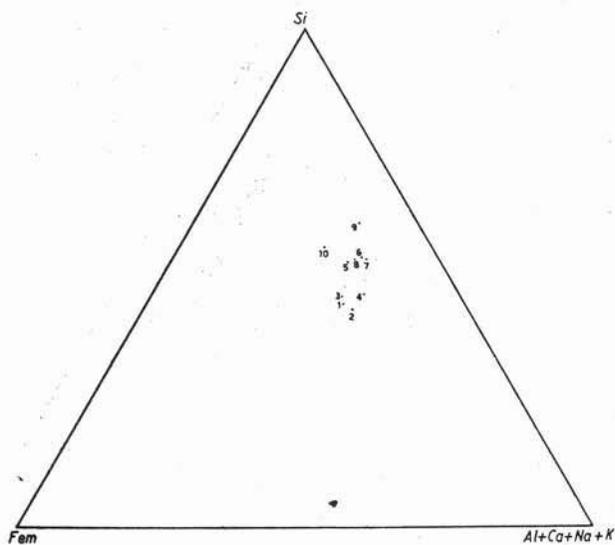
Analoghe osservazioni sono derivabili dai diagrammi 4a e 4b, nei quali sono riportati i valori delle percentuali dei cationi divisi in tre gruppi:



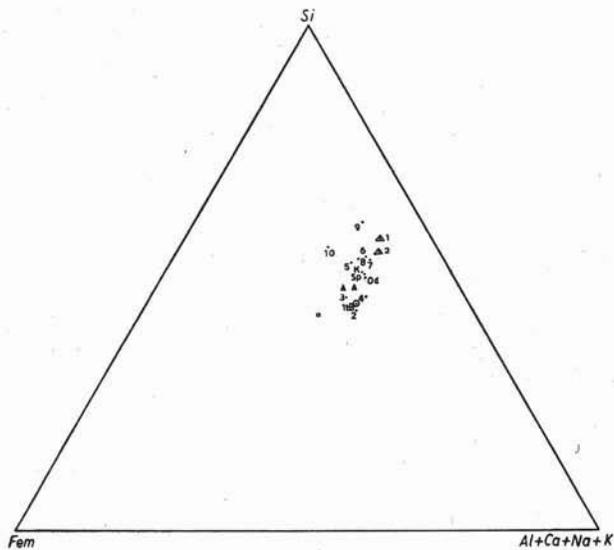
Per le rocce di cui si abbia il dato di P e C, si è ricalcolata la somma a 100 dopo aver sottratte le quantità di apatite e C, com'è rilevabile dalla tabella 4. La scelta dei tre gruppi detti non ha un significato petrologico o classificativo; il gruppo $Al + Ca + Na + K$ è stato deciso unicamente in base alla considerazione che gli effetti della trasformazione deuteroica sono sensibili soprattutto nell'aumento di Al e nella diminuzione di $Ca + Na + K$, mentre altre variazioni sono più limitate. Sommando quindi Al a $Ca + Na + K$ si eliminano in parte gli effetti della variazione chimica all'interno della somma stessa, avvicinandosi, almeno entro certi limiti, a quella che doveva essere la percentuale cationica originaria per $Al + Ca + Na + K$ nella roccia non trasformata; gli effetti secondari vengono quindi ad incidere meno in un raffronto, che sia ben inteso interno ai diagrammi, tra i vari punti rappresentati.

Il risultato è, come già per i diagrammi di figura 3, di poter riconoscere due gruppi di rocce abbastanza ben definiti: diabasi (1, 2, 3, 4) e spessartiti-porfiriti (5, 6, 7, 8), mentre le due rocce 9 e 10 a comportamento anomalo già discusso, trovano i loro punti rappresentativi in posizioni alquanto distanti.

Il diagramma 4b permette il raffronto anche con le altre rocce già citate, i cui valori per la proiezione si ricavano dalla tabella 4. Per la media di kersantiti, spessartiti e odiniti, per cui Beger riporta solo i parametri Niggli, si sono calcolati i valori dei gruppi cationici, riportando a 100 la somma $si + 2al + fm + c + 2alc$, in modo da avere rapporti atomici anzichè molecolari. A parte le inevitabili approssimazioni e l'impossibilità di tenere conto di *ti*, non riportato dall'autore, questi



4 a



4 b

Fig. 4. — v. spiegazione nel testo e legenda di fig. 1.

valori sono ben confrontabili con i valori cationici e danno un errore molto piccolo. Ancora una volta le relazioni con le rocce di confronto confermano le osservazioni già fatte. Si noti che in questi diagrammi, dove hanno grande influenza le quantità di silice, esiste più netta differenza tra i due gruppi di rocce di S. Efisio che non tra le medie delle rocce lamprofiriche da un lato e di quelle diabasiche dall'altro; la cosa sottolinea la naturale divisione delle rocce di S. Efisio nei due gruppi distinti.

La fig. 5 dà il diagramma di variazione per le rocce studiate. La disposizione dei punti è molto sparsa e quindi poco significativa per

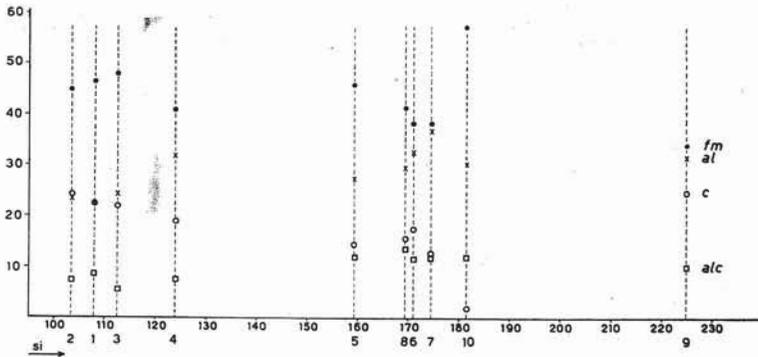


Fig. 5. — Diagramma di variazione delle rocce di S. Efisio.

eventuali confronti o ipotesi di parentela, anche se, pur con forti oscillazioni, la variazione complessiva di ciascun parametro segue l'andamento normale. Tra il gruppo delle rocce diabasiche e quello delle spessartiti-porfiriti si ha un notevole iatus, che conferma ancora una volta la naturale separazione tra i due gruppi. La posizione della roccia 9 è pure molto spostata; ma solo in relazione all'abbondanza di xenocristalli di quarzo.

Il diagramma di fig. 5 non permette di sviluppare alcuna considerazione fondata su possibili relazioni di differenziazione se non in parte, com'è immediatamente rilevabile dalla figura stessa, entro il gruppo dei diabasi, dove il diabase orneblenditico rappresenta una certa differenziazione acida rispetto ai diabasi normali, e dove la variazione dei singoli parametri è sufficientemente normale.

Considerando che tra tutti i valori significativi per una differenziazione, il solo mg sembra essere poco influenzato dalle trasformazioni secondarie, si è diagrammato il rapporto mg/si in fig. 6. Com'è chiaramente visibile non si ha segno di alcun andamento diversificativo fra

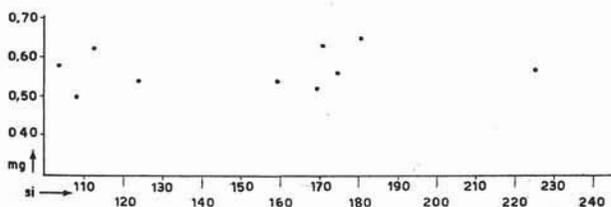


Fig. 6. — Diagramma $si-mg$ per le rocce di S. Efisio.

le varie rocce; anzi nel complesso l'andamento è capovolto, dato che il valore mg è in media un pò più alto per il gruppo a più elevato si , rispetto a quello con più basso si . Anche entro i singoli gruppi non si ha alcun segno di differenziazione normale.

Le considerazioni petrochimiche che si sono fatte sono la conferma della naturale divisione in due gruppi delle rocce filoniane basiche di S. Efisio. Tra i due gruppi dei diabasi e delle spessartiti-porfiriti non esistono passaggi o sfumature anche perchè una eventuale lieve tendenza lamprofirica che le rocce diabasiche rivelino è piuttosto in senso camptonitico che spessartitico. Questo suggerisce che i due gruppi di rocce siano il prodotto di due diverse manifestazioni filoniane, aventi storia diversa e forse anche provenienza diversa. Purtroppo la ricerca di campagna contribuisce troppo scarsamente all'inquadramento geologico del problema; sia per l'aspetto simile che le rocce dei due gruppi mostrano, soprattutto se sono a grana fine o piuttosto alterate, sia per la difficoltà di riconoscere intersezioni di filoni o altri dati macrostrutturali in una zona relativamente piatta e ricca di materiali di degradazione. Le poche intersezioni riconosciute si manifestano tra rocce o dell'uno o dell'altro gruppo e danno indicazioni di contemporaneità genetica.

Il confronto con il lamprofiro diabasico di Bitti indica come possa esistere un certo passaggio, almeno petrochimico, tra il gruppo dei diabasi e quello delle spessartiti: si è infatti definito (D'Amico, 1960) il

tipo chimico della roccia di Bitti come campto-spessartitico. E' da vedere però se il lamprofiro diabasico non rappresenti un caso di variazione locale entro lo stesso gruppo dei diabasi, in connessione forse con gli effetti della trasformazione deutERICA (sericitizzazione, apporto di K) piuttosto che un ponte fra i due gruppi; il grado notevole di basicità sembra in favore dell'ipotesi di una variazione locale.

I « lamprofiri » studiati da Emiliani rivelano una stretta analogia con i diabasi di S. Efsio, pur avendo una certa tendenza verso tipi camptonitici, e sono quindi inquadrabili bene nel gruppo delle rocce diabasiche. Ciò dimostra la notevole estensione regionale del processo filoniano relativo. Lo studio di Emiliani è particolarmente interessante perchè permette di riconoscere sensibili differenze petrochimiche tra le diverse parti di un filone in sezione trasversale, scarse o nulle differenze lungo la sezione longitudinale e stretta analogia petrochimica tra rocce a struttura completamente differente. In particolare un campione raccolto alla salbanda di un grosso filone perde del tutto la tendenza camptonitica che gli altri campioni rivelano; ciò testimonia sulla scarsa intensità della tendenza lamprofirica di queste rocce (intendendo naturalmente per carattere lamprofirico la classica alcalinità-femicità, associata a una certa gamma di caratteri strutturali); la cosa è indice anche del fatto che molte diversità petrochimiche sono legate a fattori del tutto locali (differenziazioni in situ, assimilazione, alterazione), senza essere riferibili a fenomeni di maggior portata o significato.

Rocce corrispondenti alle spessartiti-porfirite non sono ancora citate nel granito a nord di Nuoro; Emiliani (1958) ha studiato alcune porfirite a forte tendenza granodioritica o granosienitica, quindi a carattere del tutto differente da quelle qui in argomento. Le porfirite studiate da D'Amico e Paganelli (1960) sono invece di composizione e tipo più vicini anche se, come risulta del resto dai confronti eseguibili in base alle tabelle 2-4 e ai diagrammi 1-4, esiste una differenza netta rispetto al gruppo delle spessartiti-porfirite di S. Efsio.

Sembra di poter concludere quindi che il gruppo delle rocce diabasiche rappresenta un tipo molto diffuso nelle formazioni filoniane femiche nel granito a nord di Nuoro, pur potendosi avere locali variazioni anche relativamente sensibili, mentre le spessartiti-porfirite sembrano meno diffuse. E' possibile però che esse siano le rappresentanti di tutta una serie di rocce filoniane, inquadrabili nel complesso in un

« gruppo delle porfiriti », ma comprese in un campo petrochimico e classificativo molto ampio, il cui significato genetico è per ora alquanto oscuro.

Bologna, Istituto di Mineralogia e Petrografia, novembre 1960.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREATTA C. e altri, 1958 - *Notizie preliminari sul rilevamento al 25.000 dei quadranti orientali dei fogli 181 (Tempio Pausania) e 194 (Ozieri) nella Sardegna nord-orientale.* «Rend. Soc. Min. Ital.», XIV.
- D'AMICO C., 1960 - *La massa dioritico-quarzifera di Bitti-Onani (Sardegna).* «Acta Geologica Alpina», N. 8.
- D'AMICO C. e PAGANELLI L., 1960 - *Petrografia di alcuni filoni meso-persilicici nel cristallino del quadrante Bitti (Sardegna).* «Acta Geologica Alpina», n. 8.
- EMILIANI F., 1958 - *Studio delle rocce filoniane nel granito a NE di Buddusò (Sassari).* «Acta Geologica Alpina» n. 7.
- JOHANNSEN A., 1949 - *A descriptive petrography of the igneous rocks.* Univ. Chicago Press.
- NIGGLI P., 1936 - *Die Magmentypen.* «Schw. Min. Petr. Mitt.», XVI.
- NIGGLI P. e BEGER, 1923 - *Gesteins- und Mineralprovinzen.* Borntraeger, Berlino.
- TROEGER W. E., 1935 - *Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine.* Deutsche Min. Gesellschaft, Berlino.
- TROEGER W. E., 1956 - *Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.* Schweizerbart, Stoccarda.