

O. HIEKE MERLIN

Chimismo di lave basaltiche della regione Hararino-Dancala
in Africa Orientale

Le lave basaltiche della regione Hararino-Dancala, del cui chimismo mi accingo a trattare in questa nota, fanno parte del copioso materiale raccolto, durante gli anni 1936-1937, in questi territori dell'Africa Orientale dalla Missione geologico-petrografica diretta dai proff.: M. GORTANI e A. BIANCHI e sovvenzionata dall'A. G. I. P.

Ringrazio vivamente il Prof. BIANCHI per aver messo a mia disposizione questo interessante materiale e per tutte le notizie di carattere geologico-petrografico fornitemi relative ai territori da cui provengono le rocce in studio.

I risultati delle prime ricerche da me svolte su queste lave, ricerche che risalgono al 1937, rimasero inediti per le difficoltà di stampa derivate dallo stato di guerra. E solo ora mi si offre la possibilità di dare alla stampa una Memoria ⁽¹⁾, che conclude un complesso più vasto ed esauriente di indagini chimico-petrografiche sulle lave basiche della regione Hararino-Dancala e sui rapporti esistenti fra queste ed analoghe rocce dell'Africa Orientale studiate da altri Autori.

In questa nota mi limito a riferire i motivi essenziali di un numeroso gruppo di lave basaltiche della regione Hararino-Dancala, rimandando alla Memoria sopradetta per le notizie petrografiche di dettaglio relative alle lave prese in esame e per le considerazioni chimico-petrografiche conclusive sulle manifestazioni basiche dell'Africa Orientale.

⁽¹⁾ Il lavoro verrà prossimamente pubblicato fra le Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova.

Le rocce in studio provengono da formazioni basaltiche di tipo e di età diverse ⁽¹⁾: vi sono rappresentate lave più antiche « stratoidi », attribuibili ad un primo ciclo eruttivo terziario, della cosiddetta serie dell'Aschianghi, lave più recenti sempre terziarie della serie di Magdala, lave post-terziarie neogeniche della serie di Aden ed infine basalti di formazione recente.

Da facies compatte si passa a facies finemente granulari e da queste a facies marcatamente cristalline. I tipi basaltici analizzati, raramente africani, presentano quasi sempre struttura porfirica per vistosi fenocristalli di elementi feldispatici e femici inclusi nella massa di fondo, intersertale o microfirica o vetrofirica sino a microcristallina fluidale nelle facies filoniane. I fenocristalli sono costituiti da plagioclasti zonati, geminati (a composizione media labradoritica al 60% An); pirosseno (di composizione compresa fra augite normale con $c : \gamma = 49^\circ$ e augite titanifera con $c : \gamma = 60^\circ$); olivina (miscela ferrifera hyalosideritiche fino a miscela magnesiache di tipo crisolito). Abbondante magnetite, scarsa ilmenite e rara apatite costituiscono gli elementi accessori. Generalmente la composizione mineralogica della seconda generazione è analoga a quella della prima. Normalmente il pirosseno e l'olivina sono presenti fra i fenocristalli in tutti i tipi basaltici, però in rapporti quan-

⁽¹⁾ Ho attinto tutte le notizie di carattere geologico-petrografico regionale dai lavori sottoindicati di M. GORTANI e A. BIANCHI:

Osservazioni geologiche e petrografiche nella regione di Harar (A. O. I.) (Atti XIII° Congr. Geogr. Ital. « Boll. Soc. Geol. Ital. » Vol. LXVI), Roma 1937.

Nella Dancalia Meridionale (« Boll. della R. Soc. Geogr. Ital. » Serie VII, Vol. IV°), Roma 1939.

Osservazioni geologiche e petrografiche sulla Dancalia meridionale e zone contermini (« Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LVII°, Roma 1938).

Note illustrative sulla Carta Geologica degli Altipiani Hararini e della Dancalia Meridionale (Memorie R. Acc. Scienze Istituto Bologna 1941).

titativi molto variabili; i plagioclasti invece mancano in certe facies fra gli elementi di prima generazione, per essere presenti solo nell'aggregato di fondo.

Ho già detto più sopra che per tutte le notizie petrografiche di dettaglio, relative alle singole facies prese in esame, rimando alla Memoria di prossima pubblicazione.

Le facies basiche da me prese in considerazione sono diciassette: due facies basaltiche ultrafemiche, una lava a carattere limburgitico, undici tipi più decisamente basaltici, una scoria lavica basica e due facies filoniane.

Dei basalti considerati dò qui sotto, oltre all'indicazione della località di provenienza, una schematica classificazione petrografica:

1) Intersezione torrente Suchiè con la strada Debra Brean-Debrasina. Basalto ultrafemico pirossenico-olivinico con rari feldispati, a struttura porfirica.

2) Strada Dancala Km. 3,5 ad oriente Uadi Burcà. Basalto ultrafemico pirossenico-olivinico con rari feldispati, a struttura porfirica.

3) Strada Dessiè-Combolcià a km. 3 ad ovest di Batiè. Basalto limburgitico pirossenico-olivinico a rari plagioclasti con vetro, microfirico.

4) M. Abdulla (fianco nord). Basalto pirossenico-olivinico-plagioclasico a struttura porfirico-intersertale.

5) Sella in rocce basaltiche fra Batiè e il M. Barud. Basalto pirossenico-olivinico-plagioclasico a struttura porfirica e massa di fondo microcristallina.

6) M. Iddidlei, presso Gocti. Basalto pirossenico-plagioclasico ad olivina, a netta struttura porfirica.

7) M. Agelù. Lava basaltica pirossenico-plagioclasica ad olivina; struttura vetrofirica amigdaloide, a tendenza porfirico-intersertale.

8) Burè, strada Dancala a 75 km. da Assab verso Sardò. Basalto plagioclasico-pirossenico a rara olivina, struttura porfirica.

9) Giarsagorò, fianco nord M. Abdulla. Basalto microgranulare pirossenico-plagioclasico con poca olivina.

10) Piana di Aiscia. Basalto microgranulare pirossenico-plagioclasico a scarsa olivina.

11) Farsò, al margine meridionale dell'Altipiano Hararino. Basalto microgranulare pirossenico-plagioclasico con poca olivina.

12) Cima ovest Massiccio Garamullata. Basalto microgranulare pirossenico-plagioclasico con poca olivina.

13) Entotto a nord di Addis Abeba, presso la Chiesa di Entotto Marian. Basalto plagioclasico a pirosseno con olivina nella massa di fondo. Struttura porfirica.

14) Debrasina, margine orientale altipiano di Addis Abeba. Basalto plagioclasico, a netta struttura porfirica per vistosi cristalli plagioclasici in una massa di fondo microgranulare plagioclasico-pirossenica.

15) Ualenciti, strada Addis Abeba-Auasc. Lava basaltica bollosa a fenocristalli plagioclasici con pirosseno e scarsa olivina.

16) Strada Combolcià-Dessiè. Facies filoniana basaltica, microcristallina a tessitura fluidale, plagioclasico-olivinic-pirossenica.

17) Strada Harar-Diredaua. Facies basaltica filoniana plagioclasico-pirossenico-olivinic con scarsa biotite e rara orneblenda bruna. Microgranulare.

Facies ultrafemiche e basalti limburgitici. — Delle due facies ultrafemiche, dell'Uadi Suchiè n° 1 e dell'Uadi Burcà n° 2, ho già avuto modo di trattare in dettaglio in una nota presentata all'Accademia dei Lincei ⁽¹⁾ e così pure

⁽¹⁾ HIEKE MERLIN O., *Facies ultrafemiche nei basalti dell'Africa Orientale.* (Rendiconti Acc. Naz. Lincei. Serie 8ª, Vol. VI, fasc. 1), Roma 1949.

ho già riferito in un'altra nota ⁽¹⁾, pubblicata dalla stessa Accademia, i risultati delle mie ricerche chimico-petrografiche sul basalto limburgitico di Batiè (n° 3). Si tratta di tre rocce che si staccano nettamente per i loro caratteri chimico-petrografici dalle altre più schiettamente basaltiche. Perchè il quadro relativo al chimismo delle facies basiche della regione Hararino-Dancala risulti al più possibile completo, riporto qui i dati analitici e la classificazione magmatica secondo NIGGLI delle tre rocce sopradette:

	1	2	3
SiO ₂	44.48	44.72	45.51
TiO ₂	3.06	2.13	1.27
P ₂ O ₅	tr.	0.40	0.07
Al ₂ O ₃	9.61	8.40	12.45
Cr ₂ O ₃	0.08	0.10	0.06
Fe ₂ O ₃	6.43	4.34	10.25
FeO	6.01	8.82	3.34
MnO	0.18	0.56	0.18
MgO	13.45	11.90	7.38
CaO	12.26	11.60	12.47
Na ₂ O	2.56	1.97	2.28
K ₂ O	1.18	0.74	1.27
H ₂ O—	0.26	1.24	1.32
H ₂ O+	0.34	2.67	1.91
CO ₂	—	0.21	—
	99.90	99.80	99.76

Basalto ultrafemico Uadi Suchiè:

si	al	fm	c	alc	k	mg	ti	p	c/fm	qz
85	10.9	57.7	25.2	6.2	0.23	0.66	4.41	—	0.44	-40

Basalto ultrafemico Uadi Burcà:

si	al	fm	c	alc	k	mg	ti	p	c/fm	qz
92	10.2	59.4	25.5	4.9	0.20	0.61	4.10	0.34	0.43	-28

(1) HIEKE MERLIN O., *Sulla presenza di basalti limburgitici nell'Africa Orientale*. (Rendiconti Acc. Naz. Lincei, serie 8^a, Vol. V, fasc. 1-2, Roma 1948).

Basalto limburgitico *Batié*:

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>ti</i>	<i>p</i>	<i>c/fm</i>	<i>qz</i>
100	16.2	47.8	29.4	6.6	0.27	0.50	2.1	0.06	0.61	-26	

Come ho precisato nei due lavori particolari già pubblicati, le facies ultrafemiche n^o: 1 e 2 sono derivate da un normale magma di *tipo pirossenitico* della serie alcali-calcica, dal quale deviano solo per un carattere leggermente più alcalino, rilevabile in modo particolare nella roccia dell' Uadi Suchiè.

Per il basalto limburgitico invece si deduce la provenienza da un magma femico di serie alcali-calcica di *tipo si-pirossenitico* con una certa tendenza alcalina che conduce verso il *tipo ankaratritico* di serie sodica.

Facies basaltiche normali. — Le rocce che ho distinte con i numeri dal 4 al 14 sono facies più decisamente basaltiche, come appare anche da tutti i loro caratteri petrografici. Nella tabella di pagina 7 si trovano riuniti i risultati delle analisi chimiche di questi undici basalti.

Dall'osservazione dei dati analitici riesce subito evidente che il contenuto del ferro e del calcio in questo gruppo di rocce è notevolmente elevato, rispetto ai tenori medi di questi due elementi per rocce basaltiche normali. Inoltre va rivelata la costante prevalenza del sodio sul potassio, fra gli alcali. Le formule magmatiche NIGGLI, da me calcolate per queste undici facies, e le classificazioni che ne derivano sono le seguenti:

N	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>ti</i>	<i>p</i>	<i>c/fm</i>	<i>qz</i>
4	95	16.8	52.2	24.3	6.8	0.16	0.56	2.8	0.25	0.46	-32
5	113	17.7	48.1	25.9	8.3	0.26	0.48	7.3	0.23	0.54	-20
6	107	21.6	46.8	22.5	9.1	0.19	0.47	3.2	0.33	0.48	-29
7	111	23.1	41.0	27.6	8.6	0.16	0.54	4.1	0.33	0.67	-22
8	115	22.8	39.6	26.9	10.7	0.19	0.34	5.0	0.74	0.68	-28
9	119	20.5	47.7	25.6	6.2	0.16	0.41	4.5	0.54	0.53	- 6
10	123	18.2	48.5	25.2	8.2	0.15	0.40	4.1	0.36	0.44	-10
11	125	22.9	44.8	24.6	7.6	0.23	0.41	4.8	0.27	0.55	- 6
12	126	22.5	45.2	23.7	8.6	0.24	0.41	1.8	0.80	0.52	- 8
13	108	29.5	34.3	29.1	7.1	0.14	0.45	3.2	0.25	0.84	-20
14	118	25.6	39.7	22.2	12.5	0.31	0.35	5.7	0.67	0.56	-32

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	44.92	47.22	46.06	46.47	47.56	47.88	50.32	50.41	51.02	45.52	46.36
TiO ₂	1.74	4.01	1.82	2.27	2.74	2.43	2.28	2.58	0.98	1.82	2.99
P ₂ O ₅	0.30	0.22	0.34	0.33	0.73	0.52	0.35	0.25	0.76	0.26	0.63
Al ₂ O ₃	13.48	12.49	15.72	16.45	15.95	14.01	12.70	15.69	15.40	21.12	17.10
Fe ₂ O ₃	2.68	8.05	3.40	5.92	3.06	3.62	4.00	3.26	2.72	2.68	4.54
FeO	10.35	5.11	9.46	6.21	9.91	10.08	10.51	9.53	10.21	6.95	7.40
MnO	0.08	0.20	0.11	0.16	0.22	0.07	0.11	0.22	0.19	0.07	0.07
MgO	9.34	6.40	6.35	6.21	3.72	5.39	5.38	5.02	5.04	4.42	4.02
CaO	10.72	10.06	9.00	10.82	10.36	9.64	9.60	9.28	8.94	11.86	8.16
Na ₂ O	2.76	2.62	3.23	3.03	3.67	2.14	2.94	2.44	2.73	2.67	3.51
K ₂ O	0.82	1.43	1.21	0.86	1.30	0.66	0.83	1.12	1.32	0.67	2.36
H ₂ O—	0.88	1.20	0.84	0.30	0.16	1.26	0.24	0.24	—	0.62	1.62
H ₂ O+	1.82	0.60	2.20	0.88	0.22	2.20	0.60	0.36	1.10	1.55	1.16
CO ₂	—	—	—	—	0.18	0.06	tr.	—	—	—	tr.
	<u>99.86</u>	<u>99.61</u>	<u>99.74</u>	<u>99.91</u>	<u>99.78</u>	<u>99.94</u>	<u>99.87</u>	<u>100.40</u>	<u>100.41</u>	<u>100.28</u>	<u>99.92</u>

- 4) Fra tipi del gruppo *gabbro-normale* (*gabbro-normale* ed *euclite*), a leggera tendenza alcalina (verso la *gabbro-essexite*)
- 5) Fra *melagabbrodiorite* e *si-pirossenite*
- 6) *Gabbro-normale*, a leggera tendenza alcalina (verso *gabbro-essexite*)
- 7) *Miharaite*
- 8) *Miharaite* a tendenza alcalina (verso *gabbroteralite normale*)
- 9) Fra *gabbrodiorite-normale* e *gabbro-normale*
- 10) Fra *melagabbrodiorite* e *gabbro-normale*
- 11) Fra *gabbrodiorite-normale* e *gabbro-normale*
- 12) Fra *gabbrodiorite-normale* e *miharaite*
- 13) Fra *belugite* ed *ossipite* (gruppo *leucogabbri*)
- 14) Fra *leucomiharaite* e *gabbrodiorite-normale* a leggera tendenza alcalina (verso *gabbroteralite-normale*).

Se ne deduce che le rocce in esame, per il loro chimismo, si inquadrano essenzialmente in gruppi femici di serie alcali-calcica. Sette (nⁱ: 5-7-9-10-11-12-13) delle undici facies trovano posto senz'altro fra tipi dei gruppi: *gabbrodioritico*, *gabbro*, *leucogabbro* e *pirossenitico*; le altre quattro facies (e precisamente i nⁱ: 4-6-8-14), pur derivando fundamentalmente dagli stessi gruppi femici alcali-calcici, denotano una certa tendenza alcalina, spostandosi verso tipi femici sodici dei gruppi: *gabbrosodico* (nⁱ: 4-6), *gabbroteralitico* (nⁱ: 8-14), per i valori sensibilmente più elevati del coefficiente *alc*.

Scoria basaltica di Ualenciti. — La composizione chimica di questa scoria basaltica, bollosa e vetrosa (n^o 15) è illustrata dai seguenti dati analitici, per i quali il motivo caratteristico è costituito dalla ricchezza di calcio e di sodio:

SiO ₂	43.80	MgO	5.48
TiO ₂	1.97	CaO	12.12
P ₂ O ₅	0.34	Na ₂ O	3.00
Al ₂ O ₃	18.13	K ₂ O	0.88
Fe ₂ O ₃	3.70	H ₂ O—	0.68
FeO	7.68	H ₂ O+	0.86
MnO	0.05	CO ₂	—
			<hr/> 99.69

si al fm c alc k mg ti p c/fm qz
 97 25 38.6 28.7 7.7 0.16 0.46 3.2 0.31 0.76 -34

La formula NIGGLI precisa che la roccia appartiene ad un gruppo magmatico relativamente poco femico, ricco di calcio e sensibilmente alcalino, localizzandosi fra i tipi *achnahaitico* ed *ossipitico* del gruppo *leucogabbrico*. Manifesta rispetto a questi due tipi una composizione più alcalina: non tale però da permettere un accostamento a tipi di serie sodica.

Facies filoniane. — Le due ultime rocce n¹: 16-17 da me prese in considerazione appartengono rispettivamente a due filoni basici; uno sulla strada Combolcià-Dessiè, incassato fra tufi basici a zeoliti, l'altro sulla strada Harar-Diredaua, poco sotto la « Porta di Harar », incassato fra graniti e scisti.

Le analisi chimiche ed i coefficienti magmatici di queste due rocce sono:

	16	17		16	17
SiO ₂	47.04	51.56	<i>si</i>	110	135
TiO ₂	2.28	3.04	<i>al</i>	21.2	20.2
P ₂ O ₅	0.43	0.54	<i>fm</i>	43.8	45.6
Al ₂ O ₃	15.37	13.07	<i>c</i>	24.7	23.5
Fe ₂ O ₃	3.72	2.76	<i>alc</i>	10.3	10.7
FeO	9.17	9.82	<i>k</i>	0.20	0.28
MnO	0.08	0.26	<i>mg</i>	0.44	0.40
MgO	5.51	4.65	<i>ti</i>	4.0	6.0
CaO	9.84	8.36	<i>p</i>	0.42	0.59
Na ₂ O	3.65	3.06	<i>c/fm</i>	0.56	0.51
K ₂ O	1.38	1.78	<i>qz</i>	- 31	- 8
H ₂ O—	0.58	0.86			
H ₂ O+	0.86	0.58			
CO ₂	—	—			
	<hr/> 99.91	<hr/> 100.34			

La roccia filoniana di Combolcià (n° 16) si approssima per i valori di alcuni coefficienti della sua formula magmatica a tipi di magmi *gabbrodioritici* e *gabbrici* di serie pacifica, per altri coefficienti tende a tipi di magmi *gabbrosodici*; la roccia filoniana di Harar-Diredaua invece si pone fra tipi del gruppo *gabbrico*. Per entrambe le facies, però, dal confronto delle loro formule con quelle dedotte da NIGGLI per le differenziazioni lamprofiriche, si riesce a rilevare una lieve tendenza alcalina. I coefficienti delle due rocce sono infatti simili a quelli del tipo filoniano *camptonitico*, termine basico corrispondente a magmi *essexitico-teralitici*. Le due rocce si possono quindi considerare facies filoniane basaltiche appena differenziate in senso lamprofirico.

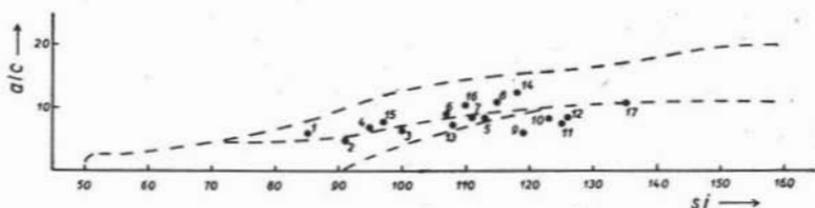


Fig. 1. - Diagramma *alc-si* con la delimitazione dei campi propri ai basalti normali (inferiore destro), ai basalti alcalini (superiore) e ai subbasalti (inferiore sinistro).

La localizzazione fra tipi di gruppi magmatici femici di serie alcali-calcaica di una gran parte delle rocce basaltiche studiate e la tendenza di alcune verso tipi di gruppi femici sodici, viene meglio rappresentata in forma sintetica dai due diagrammi « *alc-si* » e « *Q-L-M* » proposti da ROSENBUSCH-NIGGLI, nei quali risultano delimitati i campi dei basalti normali, dei basalti alcalini e dei subbasalti.

Nella fig. 1, che riproduce il diagramma *alc-si*, è evidente che i punti rappresentativi delle rocce contrassegnate con i numeri 9-10-11-12 cadono nel campo dei basalti

alcali-calcici, mentre i punti dei tipi nⁱ : 5-7-13 rientrano nel campo dei subbasalti e quelli delle lave nⁱ : 1-2-3 si pongono nel settore più femico dello stesso campo. Viene riconfermata contemporaneamente la tendenza alcalina delle facies nⁱ : 4-6-8-14-15-16, i cui punti rappresentativi si collocano nel campo dei basalti di serie atlantica. Posizione al limite fra le aree dei basalti normali e dei basalti alcalini assume la roccia filoniana n^o 17.

Per poter localizzare i punti rappresentativi di queste facies basiche nella seconda delle due rappresentazioni NIGGLI sopracitate, ho dedotto, dai valori della formula magmatica di ogni facies, i tre coefficienti Q-L-M, che qui sotto riporto (¹):

N ^o	Q	L	M	N ^o	Q	L	M
1	16.5	24.7	58.8	9	30.9	31.9	37.2
2	20.4	21.2	58.4	10	29.6	31.1	39.3
3	23.5	30.3	46.2	11	31.8	35.2	33.0
4	22.0	31.8	46.2	12	31.4	35.7	32.9
5	26.2	31.5	42.3	13	29.2	44.1	26.7
6	25.3	38.0	36.7	14	26.5	43.4	30.1
7	26.1	37.5	36.4	15	24.4	10.7	34.9
8	26.8	39.2	34.0	16	24.7	38.4	36.9
				17	31.1	33.9	35.0

In questa rappresentazione Q-L-M (fig. 2), si osserva che una buona parte delle lave da me studiate rientrano nel campo dei basalti normali nⁱ : 5-7-9-10-11-12, le lave

(¹) Per il significato e calcolo di questi coefficienti vedi: BURRI C. - NIGGLI P.: *Die Jungen Eruptivgesteine des Mediterranean Orogens* (Erster Hauptteil. Zürich 1945). Nel coefficiente M sono comprese le piccole percentuali di *Ru* e *Cp*.

invece n¹ : 13-14-15 in quello dei basalti alcalini. Le facies n¹ : 1 e 2 si pongono nel settore più femico dei subbasalti; la roccia n^o 3 cade nel campo delle lave a carattere lim-

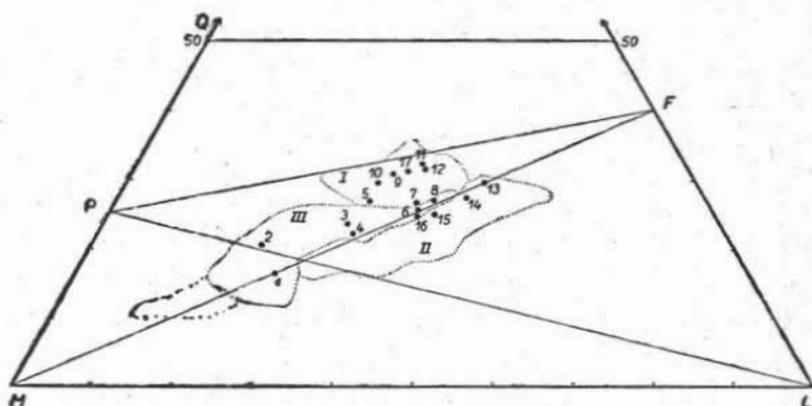


Fig. 2. - Diagramma Q-L-M con la suddivisione dei campi propri ai basalti normali I, ai basalti alcalini II e ai subbasalti III.

burgitico; il tipo n^o 4 è, fra tutti, quello più schiettamente subbasaltico; mentre invece le rocce n¹ : 6-8-16 occupano nel diagramma un settore che si può considerare comune ai tre campi.

Lascio altre considerazioni di carattere più generale, riguardanti i rapporti fra le rocce da me analizzate e quelle studiate da altri Autori vari, alla Memoria generale a cui ho accennato nella premessa di questa nota.

Padova, Ottobre 1949. Istituto di Mineralogia e Petrografia dell' Università e Centro Studi di Petrografia e Geologia del C. N. R.