Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 48 (1968)

Heft: 2

Artikel: Geochimica dello Sr, Li ed altri elementi nelle anfiboliti e prasiniti dell'alta Valtellina

Autor: Fiorentini, M. / Pettinicchio, L. / Potenza, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37775

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Geochimica dello Sr, Li ed altri elementi nelle anfiboliti e prasiniti dell'alta Valtellina *)

Di *M. Fiorentini, L. Pettinicchio* e *R. Potenza* (Milano) **)

Con 4 tabelle

Abstract

The specimens here investigated are prasinites coming from two distinct areas of a metamorphic formation ("greenschist facies") and amphibolites from a tectonically overlying formation. The upper formation is very closely analogous to the first mentioned, with regard to bulk chemical composition and genesis, but metamorphic grade is rather higher ("almandine-amphibolite facies"). Statistical analysis of chemical data show that the groups of specimens may be distinguished by a bulk test (Rao's analysis of dispersion) whereby prasinites can be distinguished from each other; the difference between amphibolites and prasinites of P. Foscagno being not so sharp. Such a test has been a very useful start for a further refining of investigation by means of analysis of variance and correlation tests, from which we can infer, in spite of poor geological evidence, that chemical trends of P. Foscagno prasinites are close to trends of amphibolites of the same region and show some evidence of a magmatic origin; the Valfurva prasinites are rather different. We could finally conclude that chemical and geochemical differences between two metamorphic facies of the same region (e. g. P. Foscagno) may be attributed to different metamorphic grade, but we note that they are not very strong and are of the same order of syngenetic chemical differences in the sedimentary rock series.

ANFIBOLITI E PRASINITI DELLA VALFURVA E DEL PASSO DEL FOSCAGNO

Le rocce che abbiamo preso in considerazione per il presente studio appartengono al cristallino austridico dell'alta Valtellina, nell'ambito del quale esse costituiscono intercalazioni concordanti, generalmente lentiformi.

Il gruppo di campioni di prasiniti ed anfiboliti della Valfurva (VF nelle tabelle) è stato raccolto nella formazione degli scisti polimetamorfici in facies

*) Lavoro eseguito nei laboratori dell'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Milano.

**) *Campionatura e studio geologico* preliminare: L. Pettinicchio e R. Potenza — *Analisi chimiche:* L. Pettinicchio — *Elaborazione statistica:* R. Potenza — *Discussione chimico-geochimica:* M. Fiorentini.

di „scisti verdi" (FYFE e TURNER 1966), composti in prevalenza di filladi e micascisti, nota come „Filladi di Bormio". Nella stessa formazione, ma 20 km più a Ovest circa, al Passo del Foscagno, è stato raccolto un gruppo di campioni di prasiniti (PL nelle tabelle). Sempre al Passo del Foscagno sono state racolte, infine, le anfiboliti (anch'esse siglate PL nelle tabelle) le quali provengono da una formazione tettonicamente sovrastante („Gneiss del M. Tonale" e „Micascisti di Cima Rovaia") di grado metamorfico più elevato, corrispondente alla „facies delle anfiboliti ad almandino".

Nonostante il tipo litologico e la posizione geologica siano attualmente differenti, le formazioni citate sembrano avere tutte una origine comune in un unico ambiente geologico genetico.

I due tipi di intercalazioni basiche studiate sono analoghi a tipi considerati da vari autori in altre regioni, sia in passato che di recente, con l'intento di risalire all'origine. Tra di essi RIVALENTI (1966) ha studiato le correlazioni fra coppie di elementi maggiori e minori, mentre LEAKE (1964) ha messo in evidenza l'utilità di confrontare l'andamento („trend") di più elementi per stabilire se una serie prasinitica o anfibolitica sia prevalentemente sedimentogena o ignea.

Noi abbiamo preferito confrontare le variazioni di alcuni degli elementi maggiori e minori, limitandoci a considerare tra i dispersi, lo stronzio ed il litio, in quanto Cr, V, Cu, Co ecc., considerati da altri autori, vengono utilizzati per distinguere soprattutto intercalazioni basiche derivanti da marne da quelle derivanti da magmatiti basiche, mentre non è da escludere che le nostre intercalazioni derivino dal rimaneggiamento di vulcaniti nel processo sedimentario o direttamente dalla sedimentazione di tufi.

Con questo studio infatti ci siamo prefissi lo scopo di indagare su eventuali variazioni singenetiche, regionali, tra la Valfurva e il Passo del Foscagno, nella formazione delle „filladi di Bormio"; soprattutto abbiamo valutato la significatività delle differenze chimiche e geochimiche osservate tra le intercalazioni basiche di differente grado metamorfico. Riguardo al problema della loro genesi abbiamo ritenuto di trarre utili indicazioni seguendo la via di LEAKE, tenendo presente però che la soluzione del problema genetico deve derivare da un insieme più completo di indagini di vario tipo.

METODI ANALITICI E DATI

I metodi impiegati per la determinazione del Fe_2O_3, TiO_2 e MnO sono quelli colorimetrici tradizionali; CaO e MgO sono stati dosati volumetricamente per complessometria con E.D.T.A.; infine Na, K, Sr, Li sono stati determinati per fotometria di fiamma mediante uno spettrometro a reticolo Optica C.F. 4. I dati ottenuti sono raccolti nelle due seguenti tabelle I e II.

Tabella I. Anfiboliti: Elementi petrogeni ed in traccia

Campioni	MgO %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	MnO %	Sr p.p.m.	Li p.p.m.
VF 28_A	6,49	12,9	0,73	9,75	2,7	0,13	0,147	275	40
238	5,60	13,2	1,70	9,75	3,6	0,59	0,185	170	27
250	8,31	11,0	0,88	11,50	3,6	0,44	0,153	180	42
$\bar{x}$ =	6,80	12,36	1,10	10,33	3,30	0,39	0,161	210	37
PL 1	6,59	11,5	0,57	11,8	3,1	0,27	0,143	340	25
29	7,09	11,6	0,60	12,9	2,4	0,47	0,167	410	21
13	4,34	12,3	0,58	12,5	3,1	0,70	0,158	470	26
27	7,15	11,4	0,61	10,2	2,7	0,16	0,140	450	30
24	7,09	10,9	0,58	9,92	2,8	0,34	0,142	390	42
78	6,10	12,1	0,52	12,2	2,9	0,65	0,143	365	22
12	5,38	10,9	0,65	9,30	4,1	0,43	0,127	390	55
$\bar{x}$ =	6,24	11,52	0,59	11,26	3,01	0,43	0,146	402	32

Tabella II. Prasiniti: Elementi petrogeni ed in traccia.

Campioni	MgO %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	MnO %	Sr p.p.m.	Li p.p.m.
VF 1	4,95	10,5	0,54	11,4	4,1	0,14	0,181	280	35
215	8,25	12,6	0,70	9,47	3,6	0,26	0,161	175	18
213	6,35	10,9	0,66	8,40	3,3	0,11	0,103	235	48
201	5,27	12,2	1,42	8,40	4,4	0,19	0,161	470	34
200	4,90	13,6	0,53	7,85	4,8	0,12	0,235	220	74
211	7,13	13,1	0,58	9,47	3,2	0,17	0,156	210	43
210	6,64	11,3	0,72	9,20	3,8	0,19	0,137	210	59
218	7,75	10,9	0,70	9,41	3,4	0,15	0,135	200	52
153	4,73	12,8	0,67	11,1	3,3	0,14	0,148	240	39
$\bar{x}$ =	6,17	11,98	0,72	9,41	3,8	0,16	0,126	249	45
PL 33	7,65	11,9	0,58	7,90	3,5	0,67	0,178	235	54
98	7,28	11,2	0,61	9,90	3,0	0,21	0,154	440	36
84	7,03	12,8	0,52	10,7	2,4	0,29	0,179	310	41
44	8,10	12,3	0,60	8,80	3,5	0,25	0,142	340	56
18	8,39	11,9	0,52	8,60	3,6	0,14	0,145	300	69
19	7,63	10,8	0,53	10,6	3,2	0,82	0,151	260	44
20	8,04	11,9	0,56	9,80	3,4	0,19	0,149	360	43
5	5,83	10,7	0,56	9,70	3,6	0,20	0,141	400	42
70	6,78	11,4	0,57	9,90	3,3	0,09	0,169	340	45
73	3,58	10,2	0,64	11,6	5,0	0,34	0,132	340	24
11	6,76	11,0	0,54	12,2	2,7	0,16	0,160	295	54
$\bar{x}$ =	7,00	11,4	0,57	9,97	3,4	0,305	0,154	330	47

ELABORAZIONE STATISTICA

I lavori finora pubblicati su questo argomento confrontano o gruppi di campioni sulla base di una sola variabile o coppie di variabili; ciò comporta l'inconveniente di sfruttare in modo parziale l'insieme delle informazioni disponibili, ed in qualche caso, quando ci si ponga un problema genetico, è necessario il confronto con serie di origine già definita (LEAKE), serie che, nel campo delle metamorfiti alpine, non sono ancora disponibili.

Noi abbiamo ritenuto conveniente impiegare il metodo di analisi della dispersione per variabili multiple suggerito da RAO, che presenta il vantaggio di un confronto simultaneo di tutte le variabili, considerate nella loro distribuzione statistica piuttosto che nei loro valori assoluti. Tale metodo applicato su 9 variabili a 3 gruppi di una decina di campioni ciascuno, presenta una altissima sensibilità e permette discriminazioni altrimenti assai critiche: prove di analisi della varianza, eseguite preventivamente su coppie di variabili, avevano infatti dato risultati poco significativi o contraddittori.

Accertata quindi la possibilità di discriminare, in base alla dispersione, i gruppi di intercalazioni basiche considerate, siamo passati all'analisi della correlazione tra alcuni elementi geochimicamente associabili, e la cui distribuzione può essere influenzata dal grado metamorfico.

I calcoli dell'analisi della varianza e della correlazione sono stati compiuti mediante un piccolo elaboratore elettronico da tavolo, mentre la dispersione è stata calcolata mediante l'elaboratore I.B.M. 7040 del Centro di Calcolo dell'Università di Milano.

Dei quattro gruppi lito-geologici di rocce considerati in origine, si è stati costretti, in determinate fasi del calcolo, a scartarne uno: quello relativo alle anfiboliti della Valfurva, a causa dell'esiguo numero di campioni disponibili.

CARATTERI CHIMICI DELLE DUE REGIONI E DELLE DUE FACIES METAMORFICHE

Innanzitutto i tre gruppi di dati chimici elaborati presentano, nel loro insieme, differenze fortemente significative se considerati in base alla dispersione. Il parametro V, la cui distribuzione è analoga a quella di χ^2, respinge l'*ipotesi nulla* (cioè l'identità tra i tre gruppi di dati chimici) ad un livello di probabilità largamente inferiore all'1%.

Successivi confronti, a coppie, fra i gruppi indicano che la discriminazione è nettissima fra prasiniti della Valfurva e prasiniti, nonchè anfiboliti, del P. Foscagno, mentre la differenza fra anfiboliti e prasiniti nell'ambito del P. Foscagno presenta un livello di significatività (5%) tale da non respingere l'ipotesi nulla: vale a dire anfiboliti e prasiniti del Foscagno sono assai poco differenziate chimicamente.

Tabella III

Confronto globale
Test V = 49,207 con 18 GL
Significativo oltre 1% (χ^2 0,01 con 18 GL = 34,805)

Confronto 1—2
Test V = 32,613 con 9 GL
Significativo oltre 1% (χ^2 0,01 con 9 GL = 21,666)

Confronto 1—3
Test V = 17,234 con 9 GL
Significativo al 5% (χ^2 0,05 con 9 GL = 16,919)

Confronto 2—3
Test V = 28,748 con 9 GL
Significativo oltre 1% (χ^2 0,01 con 9 GL = 21,666)

1 = Anfiboliti Foscagno	(„micascisti c. Rovaia")	1—2 diversi
	(„gneiss M. Tonale)	
2 = Prasiniti Valfurva	(„filladi Bormio")	2—3 diversi
3 = Prasiniti Foscagno	(„filladi Bormio")	1—3 poco diversi

Se esaminiamo ora in dettaglio i dati analitici, possiamo cercare di renderci ragione dei motivi geochimici di tali uguagliaze e differenze.

Già dalle medie delle tabelle I e II, senza fare riferimento alle varianze non riportate, si osserva che tra gli elementi petrogeni maggiori e minori determinati, i particolari più salienti sono: il Fe ed il Na, seguiti dal Ca, hanno una concentrazione media relativamente uniforme nei due gruppi litologici delle prasiniti ed anfiboliti; invece tra gli elementi petrogeni minori il titanio, pur fortemente fluttuante, è in media più elevato nelle prasiniti, ed il comportamento del Mn non appare chiaro, anche se in media è lievemente più alto nelle anfiboliti; il K, infine è notevolmente più concentrato, in media, nelle anfiboliti che nelle prasiniti.

Questo comportamento del K contrasta con il comportamento degli elementi dispersi Li ed Sr. Il Li appare infatti, al contrario del K, più elevato nelle prasiniti che nelle anfiboliti; lo Sr è più elevato nelle anfiboliti dove, tuttavia, è anche più fluttuante.

Appare quindi evidente che tra i due gruppi di campioni di prasiniti esistono differenze chimiche sicuramente singenetiche vale a dire differenze ereditate dalle variazioni regionali della serie sedimentaria di origine; queste differenze originarie sono in perfetto accordo con il diverso ambiente geologico delle due zone di provenienza delle prasiniti: nella Valfurva le prasiniti formano fitte e sottili intercalazioni alternate talvolta a lenti di marmo, mentre al Foscagno le intercalazioni di prasinite sono rade e potenti, e non sono associate a marmi cristallini.

Più sorprendente è la relativamente piccola differenza in composizione

chimica tra le anfiboliti e le prasiniti del Foscagno: esse infatti appartengono attualmente a due differenti unità tettoniche, eppure l'insieme dei risultati chimici ottenuti indurrebbe a pensare ad una unica ed omogenea formazione sedimentogena originaria. Il differente grado metamorfico subíto dalle due differenti unità tettoniche suddette, in cui si sono formate anfiboliti e prasiniti rispettivamente, è stato prevalentemente isochimico, non avendo alterato che minimamente le caratteristiche chimiche regionali della serie originaria di sedimenti.

DISTRIBUZIONE GEOCHIMICA DELLO Sr, Li ED ALTRI ELEMENTI

Abbiamo utilizzato, a questo scopo, i calcoli dei coefficienti di correlazione riprodotti in Tabella IV. Sono state scelte le coppie di elementi più adatte a rivelare i fattori dominanti nella distribuzione.

Gli indici di correlazione delle coppie di elementi non distinte in gruppi presentano tutti un livello di significatività inferiore al 5% eccetto che per Fe-Mn, cioè se non si costituiscono gruppi di rocce di significato geologico.

Tabella IV. Indici di correlazione (r) e test di significatività (t)

Coppie Elementi	Anfiboliti PL		Prasiniti VF		Prasiniti PL	
	r	t	r	t	r	t
Fe-Ti	−0,627	1,799	−0,022	0,058	−0,394	1,284
Fe-Mg	−0,454	1,140	+0,006	—	*+0,705*	*2,982*
Mg-Ca	−0,146	0,330	−0,290	0,802	*−0,586*	*2,170*
Fe-Mn	+0,609	1,718	+0,566	1,818	+0,524	1,845
Li-Mg	−0,149	0,336	−0,143	0,382	*+0,742*	*3,319*
Li-Na	*+0,732*	*2,405*	+0,583	1,898	−0,329	1,046
Na-K	+0,104	0,234	−0,452	1,342	+0,072	0,217
Na-Ca	−0,544	1,451	−0,307	0,854	−0,027	0,081
Ca-Sr	+0,060	0,135	−0,130	0,348	+0,085	0,254
Ca-Ti	−0,589	1,629	−0,316	0,882	+0,003	—
Sr-K	−0,029	0,065	−0,020	0,052	*+0,616*	*2,345*
	t_5 1% = 4,03 5% = 2,57		t_7 1% = 3,50 5% = 2,36		t_9 1% = 3,25 5% = 2,26	

Questo si spiega perchè i puri fattori cristallochimici della distribuzione sono largamente perturbati sia dai fattori termodinamici, imputabili al grado metamorfico, sia dall'ambiente chimico regionale.

Al contrario le correlazioni raggruppate raggiungono in qualche coppia

valori significativi, mentre in altre raggiungono solo valori indicativi se si considera il grande numero di componenti e quindi di variabili, nonchè i molti fattori perturbanti.

In ogni gruppo il Mn cresce al crescere del Fe, tuttavia il grado di correlazione è sempre intorno a 0,5, appena al di sotto cioè, del limite di significatività teorica. Per il Ti vi è una vaga correlazione sia con il Fe che con il Ca, ma sempre inferiore al limite suddetto. Complessivamente il Ti diminuisce al crescere del Fe in tutti i gruppi; Ti e Ca sono correlati, con bassa significatività, nelle anfiboliti del Foscagno e nelle prasiniti della Valfurva, ma non nelle prasiniti del Foscagno. Noi riteniamo che data la scarsità di titanite modale, il Ti si trovi, per la maggior parte nell'orneblenda (anfiboliti) o nella clorite (prasiniti), ma sotto forma di dispersioni corpuscolari piuttosto che sotto forma vicariante.

Eccettuale le prasiniti V.F. per Na-K e le anfiboliti P.L. per Na-Ca, non si osserva correlazione tra Na e K nè tra Na e Ca, non ostante tra questi due ultimi vi sia in tutti i gruppi la tendenza al bilanciamento, per cui cresce Na all'abbassarsi del Ca. Noi riteniamo che questo comportamento rispecchi prevalentemente le variazioni modali del plagioclasio, spece nelle anfiboliti, dove la correlazione Na-Ca è un po' più alta, e dove la composizione del plagioclasio varia da oligoclasio ad albite-oligoclasio.

Tra Fe ed Mg si è riscontrata correlazione sufficiente, di segno positivo, nelle prasiniti, ed un po' meno, nelle anfiboliti, del P. Foscagno. Mg e Ca, sebbene bilanciati in tutti i gruppi, risultano sufficientemente correlati solo nelle prasiniti del P. Foscagno.

Distribuzione dello Sr. Lo Sr non presenta un grado di correlazione neppure vago con il Ca in nessuno dei gruppi di anfiboliti o prasiniti studiate. Nelle nostre anfiboliti ci si aspetterebbe che la maggior parte dello Sr trovato sia contenuta nel reticolo dei plagioclasi, dato il carattere relativamente acido di questi che li fa paragonabili ai plagioclasi magmatici formatisi per elevato grado di frazionamento e date anche le maggiori dimensioni del Sr^{2+} rispetto al Ca^{2+}.

Tuttavia in alcuni campioni di anfiboliti della Valfurva vi è un contenuto modale non trascurabile di epidoto e di calcite (rispett. 6% e 5%) in luogo del plagioclasio che può scendere fino al 14%; in tali campioni il contenuto di Sr totale varia indipendentemente dalla variazione modale di plagioclasio. La correlabilità Sr_{ppm}-% plagioclasio è, secondo noi, compromessa non tanto dalla calcite quanto dall'epidoto: dove il contenuto di plagioclasio è basso si può pensare che lo Sr presente si distribuisca in parte nell'epidoto. Non ostante sia imprudente una correlazione con le % modali, si osserva tuttavia, che in media le anfiboliti del Foscagno sono più ricche di plagioclasio ed epidoto delle anfiboliti della Val Furva, così come accade per lo Sr.

Ciò può suggerire che molto probabilmente la maggior parte dello Sr presente è ripartito tra questi due minerali. La calcite è praticamente esclusa, perchè il poliedro di coordinazione 6 è troppo piccolo per le dimensioni dello Sr^{2+}; l'anfibolo è escluso, almeno come portatore per vicarianza, perchè il Ca^{2+} vi è circondato da 8 ossigeni, ma legato a sei soltanto, dato che due O sono inattivi essendo comuni a due tetraedri di Si.

Sia nel plagioclasio che nell'epidoto lo Sr potrebbe invece sostituire il Ca in posizione a coordinazione 8, nonostante il legame Sr-O sia più ionico del Ca-O; secondo NOCKOLDS e MITCHELL (1948) nelle rocce eruttive questa sostituzione si accentua con il grado di frazionamento.

Le anfiboliti e le prasiniti del Foscagno contengono anche una certa quantità di K, maggiore che nelle intercalazioni basiche della Valfurva. La correlazione Sr-K risulta buona solo nelle prasiniti del Foscagno. Questo complica ulteriormente la interpretazione della distribuzione dello stronzio, dato che teoricamente esso potrebbe essere catturato nelle posizioni decacoordinate del K^+, soprattutto ad alta temperatura; poichè in queste rocce il K è scarso (4000 ppm_{max}) e poichè il K-feldspato manca come fase separata, si può presumere che se una parte dello Sr è correlabile con il K questo deve essere inteso nel senso che i due elementi subiscono fenomeni analoghi di dispersione in altri minerali, quali, per es., il plagioclasio. Questo spiegherebbe la mancanza di correlazione tra Sr e Ca.

Distribuzione del Li: Al contrario dello Sr il Li presenta in queste rocce una buona e logica correlazione con il Mg; in particolare accade nelle prasiniti del P. Foscagno, mentre nelle anfiboliti del Foscagno e prasiniti della Valfurva il Li presenta una discreta correlazione con il Na, che è un po' meno facile da interpretare.

Il fatto che vi sia correlazione tra il Li e l'uno o l'altro elemento fa pensare che il Li sia poco ripartito fra le fasi mineralogiche della roccia e cioè prevalentemente concentrato in una sola o al massimo due fasi mineralogiche.

Nelle prasiniti del P. Foscagno, dove il Li risulta correlabile con il Mg, non vi sono problemi di distribuzione dato che è ragionevole cristallochimicamente la vicarianza Li-Mg, essendo il Li^+ ammesso nelle posizioni ottaedriche in cui Fe^{2+} ed Mg^{2+} hanno la precedenza: quindi il litio dovrebbe essere contenuto quasi tutto nella clorite.

Più sorprendente e più difficile da spiegare è la distribuzione del Li nelle anfiboliti del P. Foscagno dove è discretamente correlabile con il Na. In queste rocce il Li raggiunge una volta e mezzo la concentrazione media crostale e nelle prasiniti due volte la media crostale.

Nelle rocce gabbriche il Li varia in media dalle 10 alle 20 ppm, dove è generalmente legato al Mg, essendo il Li^+ troppo piccolo per occupare posizioni a coordinazione maggiore di 6. Tuttavia se in rocce granitiche, prodottesi in

seguito ad elevato grado di frazionamento del magma, il Li aumenta fino a 50—70 ppm (12), c'è da pensare che esso non sia sempre esclusivamente legato al Mg, ma che possa anche entrare nei feldspati in qualche altra forma di dispersione che non sia la forma vicariante. A parte la difficile interpretazione della correlazione Na-Li in queste prasiniti, resta di fatto che la media di 40 ppm, con punte fino a 70 ppm, fa prependere per una origine sedimentaria di queste intercalazioni basiche.

CONCLUSIONI

Le intercalazioni basiche di tipo prasinitico ed anfibolitico possono essere molto proficuamente studiate, su campionature piuttosto abbondanti, in accordo con LEAKE, analizzando gli andamenti chimici e geochimici. L'analisi della dispersione, integrata dal calcolo delle correlazioni, si prestano infatti assai bene per rivelare distinzioni, tra raggruppamenti di rocce, anche in condizioni critiche.

Tra prasiniti ed anfiboliti, in ciascuna delle due regioni, s'è rivelata infatti una singolare affinità chimica, tranne che per Li, Mn, ed Mg, singolare perchè i due tipi di intercalazioni basiche appartengono a facies metamorfiche diverse, rispettivamente „scisti verdi" ed „anfiboliti ad almandino". Questo dimostra che il grado metamorfico non ha cancellato in modo sostanziale le differenze chimiche regionali, sedimentogene, tra la Val Furva ed il Foscagno: per cui l'insieme delle anfiboliti e prasiniti della Val Furva risulta più ferrifero, titanifero, sodifero e meno ricco di stronzio, calcio e potassio dell'insieme delle anfiboliti e prasiniti della regione del Foscagno. Tuttavia in ambedue le regioni le rispettive anfiboliti sono lievemente più ricche di Ca, Fe, Ti, K e più povere in Sr, Na ed Li delle relative prasiniti. Quindi il metamorfismo non ha avuto un carattere rigorosamente isochimico, ma solo prevalentemente, avendo indotto lievi differenziazioni, sia in elementi petrogeni che dispersi, tra le due facies a diverso grado metamorfico.

Alcune correlazioni fra coppie di elementi sono indicative di una natura magmatica, ma l'elevato contenuto in Li, per rocce di composizione corrispondente alla gabbrodiorite, ci induce a considerare le anfiboliti e prasiniti studiate, generate da tufi basici mescolati ad una certa percentuale di sedimento pelitico normale.

BIBLIOGRAFIA

ENGEL, A. E. J. e ENGEL, C. G. (1951): Origin and evolution of hornblende-andesine amphibolites and kindred facies. Bull. Geol. Soc. Amer., *62*, 1435—1436.

FORNASERI, M. e GRANDI, L. (1955): Flame photometric determination of strontium in silicates. Strontium content of the granite G-1 and the diabase W-1. Geochim. Cosmochim. Acta, *19*, 218—221.

FYFE, W. S. e TURNER, F. J. (1966): Reappraisal of the Metamorphic Facies concept. Contrib. To Min. and Petr., *12*, 354—336.

GOGUEL, J. (1954): A propos de la composition des amphibolites. C.R.S. S. G. Franc., *3*, *4*, 71—75.

HORSTMAN, E. L. (1956): The distribution of lithium, rubidium and caesium in igneous and sedimentary rocks. Geochim. Cosmochim. Acta, *12*, 1—28.

LAPADU-HARGUES, P. (1953): Sur la composition chimique moyenne des amphibolites. Bull. Soc. Geol. Fr., *6* (III), 153—174.

LEAKE, B. E. (1964): The chemical distinction between ortho- and paramphibolites. J. Petrol., *5*, 238—254.

NOCKOLDS, S. R. e MITCHELL, R. L. (1948): The geochemistry of some Caledonian plutonic rocks: A study in the relationship between the major and trace elements of igneous rocks and their minerals. Trans. Roy. Soc. Edinburg, *61*, 533—575.

POTENZA, R. (1962): Anfiboliti e scisti cloritico-epidotici intercalati negli scisti dell'Alta Valtellina. Rend. Soc. Min. Ital., *18*, 176—198.

POTENZA, R. (1963): La serie micascistoso filladica dell'Alta Valtellina. Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett., *97*, 417—432.

RAO, R. C. (1952): Advanced Statistical Methods in Biometric Research. J. Wiley e S., N. Y., 258—265.

RIVALENTI, G. (1966): Problema della genesi degli gneiss anfibolici della serie „dioritico-kinzigitica" delle Alpi Pennine. Period. Mineral. *35* (n⁰ 3).

SHAW, D. M. (1954): Trace elements in pelitic rocks. Part I: Variation during metamorphism. Part II: Geochemical relation. Bull. Geol. Soc. Amer., *65*, 1151—1182.

STROCK, L. W. (1936): Zur Geochemie des Lithiums. Nachr. Ges. Wis. Göttingen, Math.-phys. Kl. IV N. F. *1* (n⁰ 15), 171—204.

TAYLOR, S. R. (1965): The application of trace element data to probleme in petrology. Phys. Chem. of the Earth, *6*, 133—213.

TUREKJAN, K. K. e KULP, J. L. (1956): The geochemistry of strontium. Geochim. Cosmochim. Acta, *10* (5/6), 254—296.

Manoscritto ricevuto il 20 aprile 1968.