
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ADRIANA MARAS, PAOLO PLESCIA

**Feldspati potassici in vena nell'ignimbrite A del
complesso vulcanico di Vico (Lazio)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 82 (1988), n.4, p. 779–785.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1988_8_82_4_779_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Mineralogia. — *Feldspati potassici in vena nell'ignimbrite A del complesso vulcanico di Vico (Lazio) (*)*. Nota di ADRIANA MARAS e PAOLO PLESCIA (**), presentata (***) dal Corrisp. A. MOTTANA.

ABSTRACT. — *Potassic feldspars in vein in the A ignimbrite of the Vico volcanic complex (Latium)*. A vein consisting predominantly of alkali feldspar, with minor plagioclase and amphibole, has been found in the first products of Vico volcanic complex. The mineral characteristic of the vein and the enclosing lava are described. The K-feldspars of the vein are intermediate between high-sanidine and Eifel sanidine. They show a rather high degree of anomaly which is attributed to their high contents of large cations (Sr and Rb). This anomalous enrichment in large ions may be explained by a high temperature hydrothermal environment of formation.

KEY WORDS: Feldspars; Vico Volcano; Vein minerals; Latium; Italy.

RIASSUNTO. — Nei primi prodotti del vulcano di Vico è stata rinvenuta una vena costituita prevalentemente da feldspati alcalini, subordinato plagioclasio e anfibolo. Vengono descritte le caratteristiche mineralogiche della vena e della lava. I K-feldspati della vena sono intermedi tra i tipi High sanidine e Eifel sanidine; il grado di anomalia reticolare è particolarmente elevato: ciò è probabilmente provocato dall'elevato contenuto di cationi a grande raggio (Sr e Rb). L'anomalo arricchimento in Sr e Rb può essere interpretato supponendo una genesi di tipo idrotermale ad alta temperatura.

INTRODUZIONE

Nelle formazioni piroclastiche di Vico ed in particolare nelle ignimbriti «A» e «C» (Locardi, 1965) si rinvencono, oltre a proietti di tipo termometamorfico e a inclusi sedimentari della serie Toscana (Sollevanti, 1983), numerosi proietti olocristallini (Plescia, 1987). Questi ultimi hanno generalmente la forma di grandi blocchi più o meno frantumati e sono costituiti in larga prevalenza da sanidino con subordinati plagioclasio, anfibolo, pirosseno e minerali opachi. In questo tipo di proietti sono stati rinvenuti anche minerali di U, Th e REE (Della Ventura *et al.*, 1983). Inconsueto è invece il ritrovamento di una vena di feldspato potassico che attraversa un blocco di lava contenuto nell'ignimbrite A. In questo lavoro vengono studiate le caratteristiche mineralogiche della vena, con particolare riguardo ai feldspati potassici.

DESCRIZIONE DELL'AFFIORAMENTO E DEL CAMPIONE

La vena feldspatica, che ha uno spessore di circa 10 mm, è stata rinvenuta all'interno di un blocco di lava trachitica di circa 1 m sul versante SW della caldera di Vico, a quota 600 m s.l.m. nei pressi di Botte, Viterbo (fig. 1a). Tale blocco si è distaccato da

(*) Ricerca finanziata da Regione Lazio, «Convenzione di ricerca per il censimento delle specie mineralogiche del Lazio», M.P.I. 40% «Mineralogia sistematica» e 60% «Cristallochimica sistematica e analisi IR di silicati».

(**) Dipartimento di Scienze della Terra, Sezione Mineralogia e Cristallografia, Università di Roma «La Sapienza», P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma.

(***) Nella seduta del 22 giugno 1988.

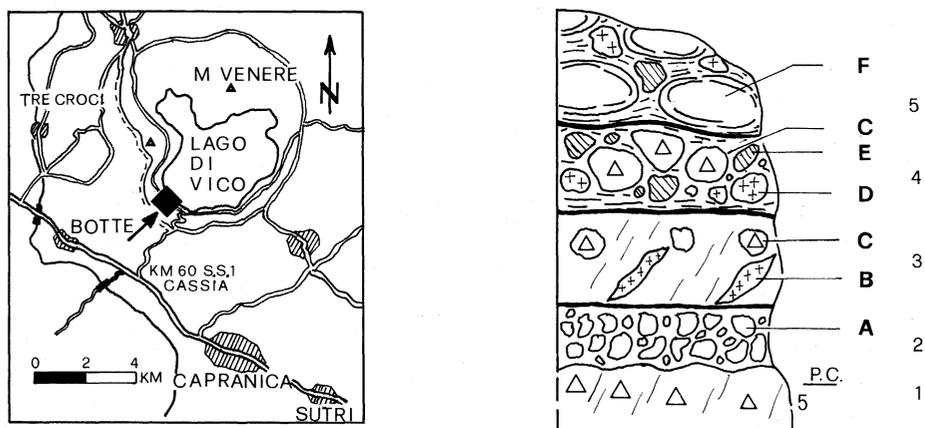


Fig. 1. — a) Posizione geografica dell'affioramento. b) Stratigrafia dettagliata dell'affioramento: 5) Ignimbrite A, facies c; lava vescicolata da grandi pomici (F) e ricca di leucite in cristalli da 1 a 5 mm di diametro. 4) Ignimbrite A, facies b; lava microvescicolata ricca di inclusi: frammenti di rocce sedimentarie della serie Toscana (E); sanidiniti (D). 3) Ignimbrite A, facies a; lava compatta ricca di fenocristalli di leuciti con rari fenocristalli di sanidino. Questa facies è povera di inclusi: frammenti di lave tefritiche a grandi leuciti (C) e inclusi sanidinitici. Per motivi grafici le dimensioni della vena feldspatica (B) sono state esagerate. 2) Livello di scorie: il livello contiene inclusi di lave tefritiche a medie leuciti e sanidini (A). 1) Lava tefritica a grandi leuciti.

una colata di lava trachitica che fa parte dei primi prodotti della ignimbrite A. Locardi (1965) denominò questi vulcaniti «facies a» dell'ignimbrite A. Esse sono quasi sempre coperte dai prodotti successivi e affiorano soltanto in alcuni tagli naturali. La sequenza stratigrafica di dettaglio è raffigurata in fig. 1b. La colata di lava identificata come «facies a» (Locardi, 1965) è una roccia compatta, uniforme, a volte interrotta da zone più pomicee che ne facilitano la frattura. La lava in cui è contenuta la vena feldspatica è una roccia olocristallina a struttura porfirica di composizione trachitica. I fenocristalli sono: leucite, plagioclasio, sanidino, biotite, anfibolo, magnetite e apatite.

La leucite presenta le maggiori dimensioni (2-5 mm), possiede abito regolare e aspetto non alterato, in genere presenta microinclusioni di plagioclasio, pirosseno, magnetite e biotite. Il plagioclasio costituisce fenocristalli allungati (5 mm), spesso con notevoli effetti di riassorbimento. Le geminazioni più frequenti seguono le leggi dell'albite e dell'albite-Karlsbad. Il contenuto di An è elevato nei fenocristalli (An 80-85) e minore nella pasta di fondo (An 60). Il nucleo dei fenocristalli risulta sempre meno ricco di An del bordo (An 70). Molto caratteristica è la presenza di un bordo sanidinitico attorno ai fenocristalli di plagioclasio. Esso contiene numerosi piccoli inclusi di pirosseni e magnetite analoghi a quelli della pasta di fondo.

I fenocristalli di sanidino presentano abito allungato (fino a 19 mm) e sono idiomorfi. I cristalli sono geminati comunemente secondo la legge di Karlsbad e spesso mostrano un bordo riassorbito ricco di numerosi inclusi, come i plagioclasii.

I fenocristalli di pirosseno monoclino hanno abito idiomorfo tozzo (0,2-1 mm) e mostrano un debole pleocroismo sui toni del verde pallido: il pleocroismo si rafforza ai bordi, dove il colore si fa più intenso. L'angolo di estinzione permette di distinguere due gruppi: uno con $Z\hat{c} = 44^\circ$, il secondo $Z\hat{c} = 55^\circ$. Il pirosseno è fresco e non mo-

stra segni di trasformazione per disequilibrio con la massa di fondo. La biotite è invece sempre fortemente riassorbita, con formazione al bordo di minuti cristallini di ossidi di ferro. Spesso è presente anche anfibolo pseudomorfo su biotite. La magnetite si trova in fenocristalli (0,1-0,3 mm) ed è associata a ilmenite, apatite e titanite. È presente anche la vonsenite nei vacuoli. La lava presenta a volte anche piccoli inclusi di 5-10 mm formati da aggregati policristallini di plagioclasio, sanidino e biotite e/o anfibolo, oppure da plagioclasio e biotite. Nella massa di fondo si riscontrano altri feldspati (plagioclasio e sanidino) isoorientati e cristallini di leucite, oltre a numerosi e minuti cristalli di magnetite.

La vena feldspatica ha struttura olocristallina granulare ipidiomorfa ed è costituita dal feldspato potassico con subordinato plagioclasio; tra i femici è presente quasi esclusivamente anfibolo e in misura minima pirosseno, titanite e zircono. Il K-feldspato costituisce oltre i 2/3 della vena ed è rappresentato da una sola generazione di piccolissimi cristalli (0,5-1,5 mm) idiomorfi e in genere allungati e geminati secondo Karlsbad. Il plagioclasio (An 45), si presenta allotriomorfo tra i K-feldspati, in cristalli più piccoli (0,1-0,5 mm). L'anfibolo si presenta in cristalli allotriomorfi (0,1-0,8 mm) con i bordi trasformati in pirosseno. Il pleocroismo è forte al nucleo (da giallo marrone a bruno marrone) e debole o assente ai bordi, dove il colore predominante diventa verde scuro. Il pirosseno si trova raramente ed in genere è legato alla trasformazione completa dell'anfibolo. È presente anche del materiale amorfo rossastro in piccole cavità tra i feldspati.

DISCUSSIONE DEI DATI

Il K-feldspato della vena, analizzato alla microsonda elettronica, mostra una notevole uniformità di composizione chimica con un contenuto medio di 65% di Or e con variazioni molto deboli tra nucleo e bordo (tab. 1a e 1b). Il K-feldspato della lava invece mostra notevole variabilità tra i fenocristalli, soprattutto per il contenuto di Or, An e Sr-feldspato (fig. 2a). I cationi con raggio maggiore (Ca e Sr) si concentrano nel nucleo di quei cristalli che presentano la stessa composizione dei feldspati della vena (tab. 1b, n. 4); viceversa risultano assenti nei cristalli con composizione diversa (tab. 1b, n. 3). Questi ultimi però presentano un arricchimento anomalo in Ca e Sr verso il bordo. È presente inoltre il Rb in percentuale significativa (1% circa) nel K-feldspato sia della vena sia della lava, mentre è totalmente assente, o sotto il limite di rivelabilità, nel K-feldspato dei proietti della ignimbrite A (gruppo A: Maras e Plescia, 1989).

Le analisi diffrattometriche ai raggi X di polveri e il successivo affinamento dei parametri di cella del K-feldspato in vena hanno dimostrato l'appartenenza ad un tipo strutturale intermedio tra High-Sanidine e Eifel-Sanidine (fig. 2b). Il sanidino della vena possiede i seguenti parametri di cella: $a = 8,547(3)$; $b = 13,010(1)$; $c = 7,174(2)$ Å; $\beta = 116,06(1)^\circ$. Il contenuto medio di Or, calcolato mediante le relazioni che utilizzano i parametri a , b , c e il volume della cella (Hovis, 1986), è di 0,68, in buon accordo con i dati microchimici (tab. 1b). Il grado di ordine strutturale è stato calcolato come valore di « $2 \cdot t$ » mediante la relazione proposta da Stewart (1975) ed è pari a 0,59. Sono stati inoltre calcolati i valori medi delle occupanze dei siti tetraedrici del sanidino

TABELLA 1a

	K-FELDSPATI IN VENA (1)				K-FELDSPATI LAVA (2)			
	% OSSIDI				% OSSIDI			
	1		2		3		4	
	Centro	Bordo	Centro	Bordo	Centro	Bordo	Centro	Bordo
SiO ₂	65,54	66,10	65,13	65,91	63,89	64,42	65,16	65,91
Al ₂ O ₃	18,12	18,25	17,87	18,24	19,67	19,99	18,56	18,55
FeO	0,24	0,18	0,11	0,09	0,44	0,24	0,43	0,23
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,13	0,25	0,09
Na ₂ O	3,16	3,17	3,67	3,77	2,50	3,01	3,65	3,69
K ₂ O	11,14	11,31	11,00	10,98	12,19	11,24	10,52	10,88
SrO	1,66	1,58	1,48	1,34	0,64	0,99	1,44	0,93
Σ	99,86	100,41	99,26	100,35	99,39	100,04	100,02	100,29

Ti, Mn, Ba, REE sotto il limite di rivelabilità; il Rb è presente in quantità significativa (≥ 1%).
 (1) Media di 7 punti per ogni analisi.
 (2) Fenocristalli di K-feldspato in lava. Media di 7 punti per ogni analisi.

TABELLA 1b

CATIONI CALCOLATI SULLA BASE DI 32 O								
	K-FELDSPATI IN VENA (1)				K-FELDSPATI LAVA (2)			
	% OSSIDI				% OSSIDI			
	1		2		3		4	
	Centro	Bordo	Centro	Bordo	Centro	Bordo	Centro	Bordo
Si	11,996	12,000	11,976	12,010	11,727	11,765	11,924	11,985
Al	3,909	3,906	3,874	3,880	4,256	4,262	3,964	3,937
Fe	0,036	0,027	0,017	0,015	0,068	0,037	0,066	0,035
Ca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,025	0,049	0,018
Na	1,123	1,116	1,310	1,333	0,891	1,068	1,296	1,300
K	2,602	2,620	2,581	2,554	2,855	2,620	2,457	2,524
Sr	0,162	0,153	0,145	0,142	1,068	0,105	0,152	0,098
moli %								
Or	66,9	67,4	63,4	63,9	74,6	68,6	62,1	64,1
Ab	28,9	28,7	32,5	33,1	23,3	28,0	33,1	33,0
An	0,0	0,0	0,0	0,03	0,3	0,6	1,2	0,4
Sr-f	4,2	3,9	3,6	3,5	1,8	2,7	3,8	2,5

in vena (Hovis, 1986): Al(T1) = 0,304; Al(T2) = 0,195; Si(T1) = 0,696; Si(T2) = 0,805.

Nel diagramma *b-c* di Hovis (1986) (fig. 2b) il campione analizzato occupa una posizione intermedia rispetto alle aree occupate dai campioni delle sanidiniti nelle

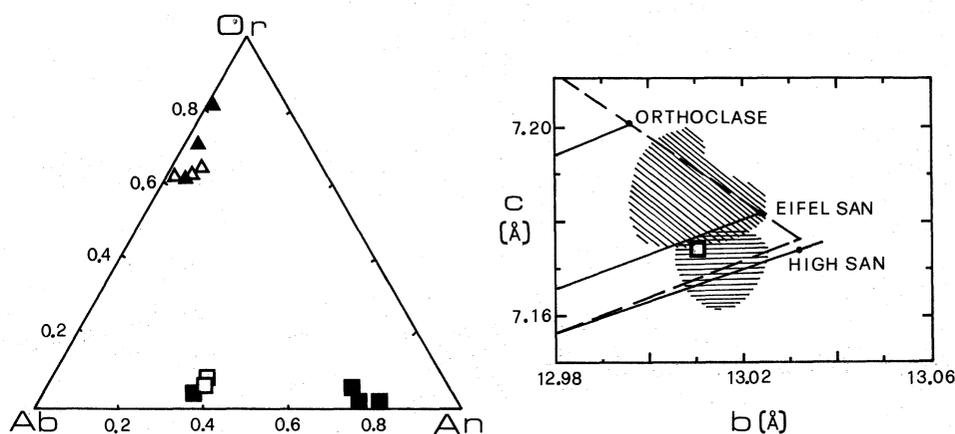


Fig. 2. - a) Diagramma ternario dei feldspati analizzati (Or - Ab - An + Sr-f).

- ▲ = sanidini della lava;
- △ = sanidini della vena;
- = plagioclasti della lava;
- = plagioclasti della vena.

Le analisi microchimiche sono state effettuate con una microsonda Jeol 50A, con sistema Link EDS. Gli *standard* usati sono minerali naturali. b) Diagramma isoparametrico *b-c* (Hovis, 1986). I dati diffrattometrici su polveri sono stati ottenuti con un diffrattometro Seifert Pad II, con radiazione $\text{CuK}\alpha$, filtro di Ni, tensione 40 kV, corrente 20mA. Le dimensioni della cella sono state calcolate col programma di Hubbard *et al.* (1982). Il gruppo delle sanidinitè dell'ignimbrite C è indicato con righe inclinate, quello dell'ignimbrite A con righe orizzontali. I K-feldspati della vena sono rappresentati dal quadrato bianco.

ignimbriti A e C (Plescia, 1987; Maras e Plescia, 1989). Nel complesso le caratteristiche dei sanidini della vena sono molto simili a quelle dei sanidini del gruppo A che hanno caratteristiche strutturali simili al tipo High Sanidine. L'unica differenza tra i due tipi di campioni è il grado di anomalia reticolare: questo dato, introdotto da Wright e Stewart (1968), fa uso della differenza tra i parametri di cella *a* trovato e quello «teorico», calcolato in base alle due dimensioni *b* e *c*. Il grado di anomalia reticolare medio risulta di 0,07 Å per i sanidini di vena, mentre è di 0,01 Å per i sanidini del gruppo A; questi ultimi mostrano quindi un grado di anomalia reticolare inferiore alla soglia di «non anomalia», sia essa 0,02 Å (Wright e Stewart, 1968) oppure 0,05 Å (Stewart e Wright, 1974). L'appartenenza del feldspato della vena ai sanidini del tipo High Sanidine, messa in evidenza dal diagramma *b-c* (fig. 2b), è confermata dagli spettri IR (fig. 3); questi ultimi, confrontati con quelli riportati da Farmer (1974), risultano simili a quelli dei sanidini di alta temperatura.

I plagioclasti della vena mostrano una elevata omogeneità chimica con un contenuto medio di An pari al 36%, di molto inferiore a quello dei fenocristalli di plagioclasio della lava (An 75). Anche nei plagioclasti si nota un elevato contenuto di Sr (fino a 1,81% SrO); questo catione tende a concentrarsi nelle prime fasi di crescita dei plagioclasti della vena, mentre nei fenocristalli della lava si notano due gruppi composizionali, analogamente a quanto si è osservato nei sanidini della lava.

Gli anfiboli della lava sono classificabili come «Potassian Ferroan Pargasitic Horn-

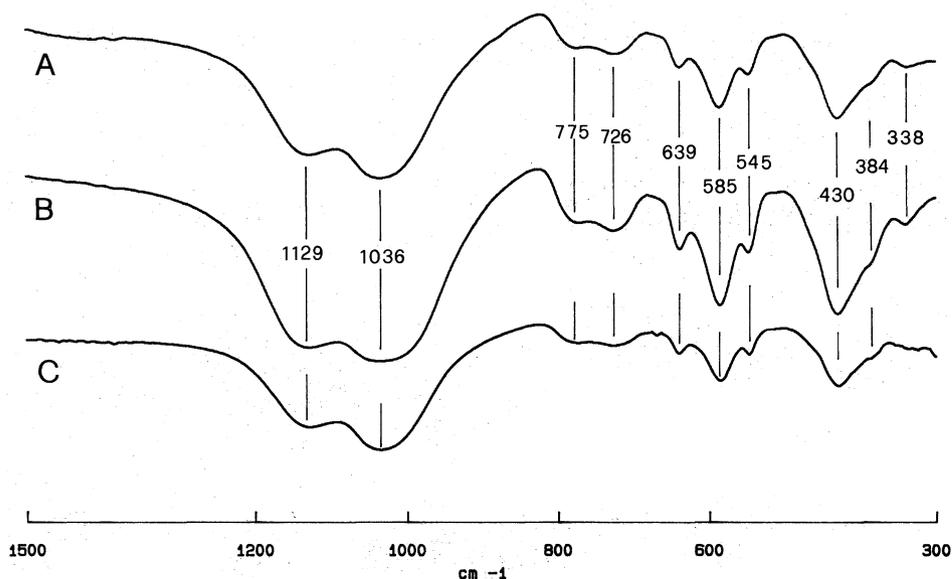


Fig. 3. — Spettri di assorbimento I.R. di tre concentrati a diversa grana di sanidini della vena $A \leq 1$ mm; $B = 1$ mm; $C \geq 1,5$ mm). Campioni macinati a secco in mortaio di agata e mescolati con KBr in rapporto di 1/110. Spettri eseguiti con uno spettrometro FTIR P.E. 1760.

blende» (Leake, 1978). La loro formula, derivata dalla media di 20 analisi su due cristalli, è:



Essi sono simili agli anfiboli contenuti nelle sanidiniti del gruppo A, ma hanno un contenuto di Fe^{3+} molto più basso. I cristalli mostrano un incremento di Si verso i bordi ed un corrispondente decremento di Al^{IV} e Ti. L'anfibolo presenta un bordo ricco di minuti cristallini di magnetite, verso il quale si ha una diminuzione del contenuto di Fe^{2+} ed un corrispondente incremento di Mg. Questa variazione può essere interpretata come dovuta alla sostituzione di Fe con Mg nei siti M1, M2, M3, provocata da una reazione di ossidazione in ambiente epivolcanico.

La temperatura di equilibrio calcolata sulla base delle coppie sanidino-plagioclasio risulta elevata (Brown *et al.*, 1981; Stormer, 1975). Essa è mediamente intorno a $800^{\circ}C$ ed è comunque inferiore a quella delle lave (in media $1000^{\circ}C$).

CONCLUSIONI

La vena feldspatica, ritrovata nei pressi di Botte (Viterbo), presenta caratteristiche di giacitura, di tessitura e di proprietà cristallografiche dei suoi componenti maggiori che indicano una sua origine da iniezione, entro una frattura, dei componenti idromagmatofili di un magma. Le caratteristiche chimiche e strutturali accomunano i sanidini della vena ai feldspati delle sanidiniti incluse nelle ignimbriti del vulcano di Vico, ed in particolare a quelle dell'ignimbrite A (Maras e Plescia, 1989). Le maggiori differenze consistono nell'anomalia reticolare e nell'elevata quantità di Rb e Sr presenti. Quest'ultima è una caratteristica comune sia dei sanidini sia dei plagioclasii. La pre-

senza di Rb e Sr in quantità rilevanti può spiegare l'alto grado di anomalia reticolare, in conseguenza delle rilevanti dimensioni di tali cationi.

Il valore di temperatura calcolato è in buon accordo con quelli determinati da vari autori per diversi livelli lavici di Vico (Baldrige *et al.*, 1981; Cundari, 1975). L'insieme dei dati indicherebbe che la vena si è formata in uno stadio tardivo della evoluzione di un magma. Un dato a sostegno di questa ipotesi è l'alta percentuale di Rb nei feldspati: il Rb, essendo un elemento «idromagmatofilo» (Treuil, 1973; Carron e Lagache, 1980) si concentra nelle fasi finali della differenziazione magmatica, appunto nei fluidi idromagmatici. La presenza contemporanea dello Sr, elemento «cristallofilo» (Carron e Lagache, 1980) fa però pensare ad una elevata temperatura di cristallizzazione dei feldspati della vena, come indicato anche dai valori geotermometrici.

BIBLIOGRAFIA

- BALDRIDGE W. S., CARMICHAEL I. S. E. e ALBEE A. L. (1981) – *Crystallization paths of the leucite-bearing lavas: Examples from Italy*, Contrib. Mineral. Petrol., 76, 321-335.
- BROWN W. L. e PARSONS I. (1981) – *Towards a more practical two-feldspar geothermometer.*, Contrib. Mineral. Petrol., 76, 369-377.
- CARRON J.-P. e LAGACHE M. (1980) – *Etude expérimentale du fractionnement des éléments Rb, Cs, Sr et Ba entre feldspaths alcalins, solutions hydrothermales et liquides silicatés dans le système Q.Ab. Or. H₂O a 2 Kbar entre 700 et 800°C*, Bull. Mineral., 103, 571-578.
- CUNDARI A. (1975) – *Mineral chemistry and petrogenetic aspects of the Vico lavas, Roman Volcanic Region, Italy*, Contrib. Mineral. Petrol., 53, 129-144.
- DELLA VENTURA G. C., MARAS A. e PARODI G. C. (1983) – *I minerali di U, Th e terre rare del Lazio.*, Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 39, 738.
- FARMER V. C. (1974) – *Infrared spectra of minerals*, Mineral. Soc. Monograph, 4, pp. 539, London.
- HOVIS G. L. (1986) – *Behavior of alkali feldspar: Crystallographic properties and characterization of composition and Al-Sr distribution*, Am. Mineral., 71, 869-890.
- HUBBARD C. R., LEDERMAN S. e PYRROS N. P. (1982) – *LSQ 82, a version of the Geological Survey lattice parameter least squares program*, NBS, Washington, D.C.
- LEAKE B. E. (1978) – *Nomenclature of amphiboles*, Canad. Mineral., 16, 501-520.
- LOCARDI E. (1965) – *Tipi di ignimbrite di magmi mediterranei: il vulcano di Vico*, Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 72 ser A, 55-173.
- MARAS A., PLESCIA P. (1989) – *The K-feldspars of Vico volcanic complex (Latium, Italy)*, I. The K-feldspar of sanidinitic ejecta. Lavoro in corso di pubbl.
- PLESCIA P. (1987) – *Rilevamento e studio mineralogico degli inclusi olocristallini del settore occidentale del complesso vulcanico di Vico, con particolare riferimento alla cristallografia degli anfiboli*, Tesi di laurea, Univ. Roma «La Sapienza», pp. 328.
- SOLLEVANTI F. (1983) – *Geologic, volcanologic and tectonic setting of the Vico-Cimino area, Italy*, Journ. Volc. Geoth. Res., 17, 203-217.
- STEWART D. B. e WRIGHT T. L. (1974) – *Al/Si order and symmetry of natural alkali feldspars and the relationship of strained cell parameters to bulk composition*, Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristal., 97, 356-377.
- STORMER J. C. (1975) – *A practical Two-feldspar Geothermometer*. Amer. Mineral., 60, 667-674.
- TREUIL M. (1973) – *Critères pétrologiques, géochimiques et structuraux de la genèse et de la différenciation des magmas basaltiques: exemple de l'Afar*, These Orléans.
- WRIGHT T. L. e STEWART D. B. (1968) – *X-ray and optical study of alkali feldspar: I: Determination of composition and structural state from refined unit cell parameters and 2V*, Amer. Mineral., 53, 38-87.