

## STUDIO SULL' ANORTOCLASIO DI CASTELLETTO DI ROTZO

**Riassunto.** — Vengono riportati i risultati di uno studio chimico e röntgenografico eseguito su di un grosso individuo feldispatico incluso in una roccia limburgitica. Da un punto di vista chimico tale feldispato è stato definito come anortoclasio. Lo studio eseguito su frammenti otticamente omogenei, usando fotogrammi di rotazione ( $\text{CuK}_\alpha$ ) e di precessione ( $\text{CuK}_\alpha$ ), ha rivelato una interlaminazione su scala submicroscopica di « K, Ca-analbite albitica », geminata secondo la legge dell'albite (81%), e di « ortoclasio comune » (19%). Le unità del feldispato sodico geminato sono presenti nel rapporto di 24:1.

**Abstract.** — The chemical and X-ray data obtained from a large crystal of feldspar embedded in a limburgitic rock are reported. From the chemical standpoint this feldspar may be called anorthoclase. Rotation and precession photographs ( $\text{CuK}_\alpha$ ) of optically homogeneous fragments revealed an interlamination on a submicroscopic scale of albite-twinning « albitic K, Ca-analbite » (81%) with « common orthoclase » (19%). The units of the twinned soda feldspar are in the ratio of 24:1.

L'anortoclasio sul quale è stato eseguito il presente studio proviene da un corpo eruttivo, probabilmente filoniano, di tipo limburgitico, affiorante sull'ultimo tornante della strada che da Pedescala porta a Castelletto di Rotzo (margine occidentale dell'altipiano di Asiago).

Fenocristalli di anortoclasio sono comuni in molti filoni di questa zona, filoni che vengono attualmente studiati dal Dr. P. De Vecchi.

Questi cristalli di anortoclasio hanno molto spesso dimensioni di vari centimetri, sono generalmente geminati secondo le leggi dell'albite e del periclino, talvolta sono zonati e frequentemente sono deformati meccanicamente.

Il cristallo preso in esame aveva dimensioni di  $10 \times 4 \times 4$  centimetri. Di esso è stato utilizzato un pezzo omogeneo, senza zonatura. Dato che le lamelle di geminazione raggiungono in molti punti lo spessore di alcuni decimi di millimetro, si sono potuti estrarre dal prodotto di macinazione diversi frammenti senza geminazione riconoscibile al microscopio.

La polvere per l'analisi chimica è stata scelta con molta cura al binoculare polarizzatore con immersione in olio, per eliminare la parte alterata e le impurezze limonitiche penetrate lungo fratture.

I risultati dell'analisi chimica sono riportati nella Tabella 1.

TABELLA 1.

*Composizione chimica dell'anortoclasio di Castelletto di Rotzo.*

SiO <sub>2</sub>	66,51	K <sub>2</sub> O	3,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,99	Na <sub>2</sub> O	8,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	H <sub>2</sub> O	0,14
CaO	0,78	Totale	100,10
KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	22,18		
NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	73,92	Or : Ab = 23 : 77	
CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	3,90		
	100,00		

E' in base ai dati riportati in questa tabella che il termine anortoclasio viene usato dallo scrivente, cioè nel senso di Alling (Bibl. 1), solo con riferimento alla composizione chimica, rientrando il materiale studiato nel campo di definizione, cioè fra Or<sub>70</sub> Ab<sub>30</sub> e Or<sub>20</sub> Ab<sub>80</sub>, come proposto da Laves (Bibl. 9 II e bibl. 10).

Con i raggi X vennero eseguiti fotogrammi di rotazione (CuK<sub>α</sub>, λ = 1,54178 Å) intorno agli assi cristallografici *a* e *b* e fotogrammi dei piani reciproci *a*<sub>0</sub>\* *b*<sub>0</sub>\*, *a*<sub>0</sub>\* *c*<sub>0</sub>\*, *b*<sub>0</sub>\* *c*<sub>0</sub>\*, *a*<sub>1</sub>\* *b*<sub>1</sub>\*, *a*<sub>1</sub>\* *c*<sub>1</sub>\*, *b*<sub>1</sub>\* *c*<sub>1</sub>\* con la camera di precessione di Buerger (CuK<sub>α</sub>, λ = 1,54178 Å). A parte l'uso della camera di precessione invece della camera Weissenberg, il metodo di studio usato è analogo a quello seguito da Ito (Bibl. 5) e da Ito e Sadanaga (Bibl. 6).

I risultati ottenuti hanno permesso di stabilire che l'anortoclasio studiato è costituito da un feldispato triclinico prevalentemente sodico, geminato secondo la legge dell'albite, definibile come « K, Ca-analbite albitica » (Laves, bibl. 10), che verrà brevemente indicato come analbite, con smistamento antipertitico di un componente prevalentemente potassico pseudomonoclinico a lievissima triclinità, che deve essere interpretato come « ortoclasio comune » (Laves, bibl. 9 I), e perciò anch'esso

non omogeneo ma con la caratteristica geminazione a unità estremamente piccole secondo le leggi dell'albite e del periclino. Nel feldispato sodico le unità (+) e (-) del geminato non si equilibrano quantitativamente, ma l'una prevale di gran lunga sull'altra.

Nella Fig. 1, che riproduce il piano reciproco  $b_0^* c_0^*$  ottenuto con la camera di precessione, si osserva la ramificazione simmetrica dell'asse  $[001]^*$  dell'analbite rispetto all'asse  $[001]^*$  dell'ortoclasio e la coincidenza degli assi  $[010]^*$ .

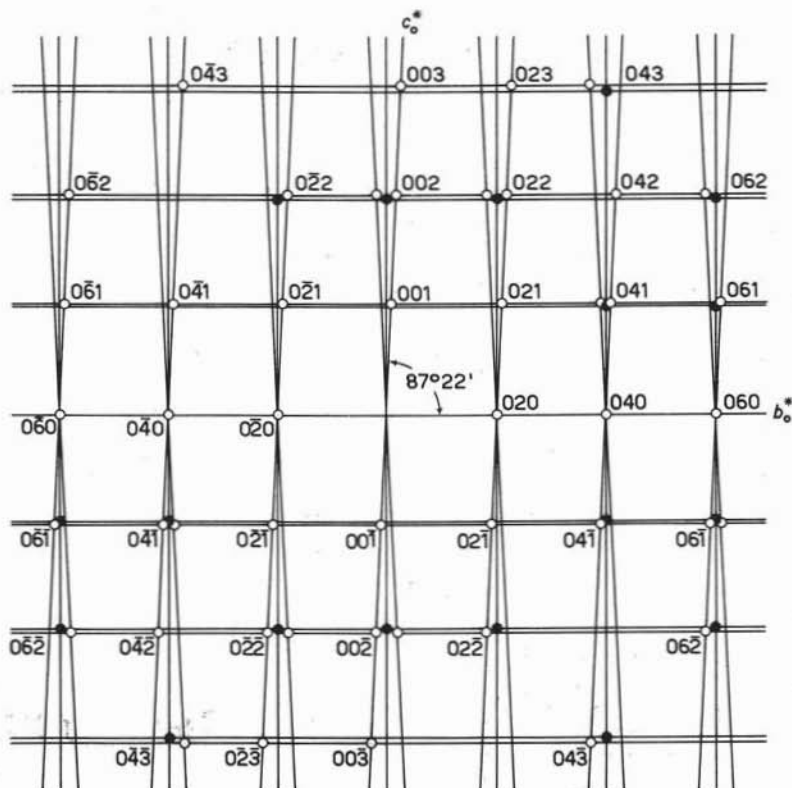


Fig. 1. — Diagramma del piano reciproco  $b_0^* c_0^*$  dell'anortoclasio di Castelletto di Rotzo. I cerchi vuoti rappresentano le riflessioni del feldispato sodico, quelli neri le riflessioni del feldispato potassico. Si nota la ramificazione simmetrica di  $[001]^*$  dell'analbite, rispetto a  $[001]^*$  dell'ortoclasio. Gli indici si riferiscono alle riflessioni dell'unità analbitica prevalente. Da un fotogramma di precessione. Asse di precessione  $a$  (triclino pseudomonoclinico),  $\bar{\mu} = 25^\circ$ ,  $F = 6 \text{ cm.}$ , radiazione  $\text{CuK}_\alpha$ .

Questo piano è perpendicolare agli assi cristallografici  $a$  delle due unità analbitiche e dell'ortoclasio.

La ramificazione del solo asse  $[001]^*$  è conseguenza della geminazione secondo la legge dell'albite.

Una conferma è data dal fatto che, mentre nel piano  $a_0^* b_0^*$  non vi è ramificazione degli assi triclini, si osserva tale fenomeno nel piano  $a_1^* b_1^*$  per l'asse  $[101]^*$ .

Tali piani sono perpendicolari all'asse  $c$  dei due componenti triclini e del componente pseudomonoclinico.

I fotogrammi dei piani  $a^* c^*$  ottenuti sono esattamente normali solo all'asse  $b$  dell'unità analbitica prevalente.

Gli assi  $a^*$  e  $b^*$  delle unità analbitiche e del componente pseudomonoclinico coincidono.

Gli assi  $c^*$  delle unità tricline formano fra di essi un angolo di  $5^\circ 16'$  nel piano  $b^* c^*$ , angolo bisecato dall'asse  $c^*$  del componente pseudomonoclinico.

Gli assi  $a$  dei componenti triclini e del componente pseudomonoclinico coincidono.

Gli assi  $b$  dei componenti triclini non coincidono e fanno simmetricamente un angolo di  $2^\circ 56'$  con l'asse  $b$  del componente pseudomonoclinico nel piano (100).

Gli assi  $c$  dei componenti triclini e di quello pseudomonoclinico coincidono.

Nella Tabella 2 sono riportate le costanti reticolari dell'analbite e dell'ortoclasio. I valori di  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $\alpha^*$ ,  $\beta^*$ ,  $\gamma^*$ , sia del primo che del secondo feldispato sono il risultato di misure eseguite su fotogrammi ottenuti con la camera di precessione. I valori di  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $\beta$  dell'ortoclasio sono stati dedotti dai valori reciproci misurati su fotogrammi di precessione come pure  $\alpha, \beta, \gamma$  e  $c$  dell'analbite. I valori di  $a$  e  $b$  dell'analbite, oltre che nel modo sopra indicato sono stati anche determinati su fotogrammi di rotazione.

Per la stima approssimativa del rapporto quantitativo fra analbite e ortoclasio e fra le due unità sodiche, lo scrivente ha utilizzato le intensità delle riflessioni ottenute nei fotogrammi eseguiti con la camera di precessione. Come nel lavoro di Ito e Sadanaga (Bibl. 6), si è assunto che i componenti feldispatici siano strutturalmente dello stesso tipo di quelli analizzati da Taylor (Bibl. 14) e da Taylor, Darbyshire e Strunz (Bibl. 15):

TABELLA 2.

*Costanti reticolari dei feldspati sodico e potassico costituenti  
l'anortoclasio di Castelletto di Rotzo.*

	Ortoclasio comune	K, Ca-analbite albitica
$a^*$ ( $\text{\AA}^{-1}$ )	0,130 <sub>4</sub>	0,136 <sub>3</sub>
$b^*$ ( $\text{\AA}^{-1}$ )	0,077 <sub>5</sub>	0,077 <sub>8</sub>
$c^*$ ( $\text{\AA}^{-1}$ )	0,155 <sub>7</sub>	0,156 <sub>7</sub>
$\alpha^*$	— (1)	87°22' ± 2'
$\beta^*$	63°44' ± 2'	63°46' ± 2'
$\gamma^*$	— (1)	90°00' ± 2'
$a$ ( $\text{\AA}$ )	8,55 ± 0,01	8,17 <sub>7</sub> ± 0,007
$b$ ( $\text{\AA}$ )	12,90 ± 0,03	12,87 <sub>3</sub> ± 0,008
$c$ ( $\text{\AA}$ )	7,16 ± 0,01	7,12 <sub>5</sub> ± 0,005
$\alpha$	—	92°56'
$\beta$	116°16'	116°16'
$\gamma$	—	88°42'

Le intensità sono state misurate con un microdensitometro integratore, munito di registrazione potenziometrica a scala logaritmica, messo a punto presso il Centro di Strutturistica Chimica del C.N.R. presso l'Università di Padova.

La tecnica usata è stata quella di ottenere vari fotogrammi con tempi di esposizione differenti (Buerger, bibl. 2). I fattori di passaggio fra i vari fotogrammi, ottenuti con diversi tempi di esposizione, sono stati trovati sperimentalmente e corretti per la non linearità dei film. Per la pellicola Ilford Industrial G usata, la correzione è:  $D_{\text{corr.}} = D(1 + 0,1 D)$  (2).

(1) La deviazione di  $\alpha^*$  e  $\gamma^*$  da 90° è molto lieve ma indubbia.

(2) Comunicazione privata di M. Mammi che ringrazio per la preziosa collaborazione. Si veda anche *Acta Crystallogr.* 1956 (Bibl. 16).

Colgo l'occasione per porgere i più vivi ringraziamenti al Prof. S. Bezzi, Direttore dell'Istituto di Chimica organica dell'Università di Padova e del Centro di Strutturistica Chimica presso detta Università, per avermi dato la possibilità di usufruire del microdensitometro del Centro.

I rapporti fra i valori  $F$  dedotti, modificati tenendo conto dei rapporti fra i valori  $F$  teorici, hanno fornito le quantità relative dei singoli feldispati.

L'anortoclasio risulta composto per l'81% da feldispato sodico triclino e per il 19% da feldispato potassico pseudomonoclinico. I due componenti sodici geminati secondo la legge dell'albite appaiono essere nel rapporto di 96% a 4%. Complessivamente, i valori percentuali ottenuti per il feldispato sodico prevalente, il feldispato sodico subordinato ed il feldispato potassico sono rispettivamente 78%, 3% e 19%.

Il contenuto in An dovrebbe essere essenzialmente pertinente al feldispato sodico che risulterebbe così avere un tenore del 4,8% An. Inoltre, attribuendo al componente sodico e a quello potassico la stessa percentuale relativa rispettivamente di Or e di Ab, si avrebbe nel feldispato sodico un contenuto del 5% di Or, corrispondente a 4,12 su 22,18 di  $KAlSi_3O_8$  calcolato dai dati analitici, e il feldispato potassico conterrebbe a sua volta il 5% di Ab, corrispondente a 0,94 su 73,92 di  $NaAlSi_3O_8$  calcolato dai valori ottenuti con l'analisi chimica.

Gli stessi rapporti quantitativi fra feldispato sodico e potassico, ed anche fra i due componenti sodici del geminato, sono stati ottenuti dai fotogrammi relativi a tre frammenti diversi prelevati naturalmente dallo stesso prodotto di macinazione. Con ciò sembra probabile che, non solo il rapporto quantitativo fra analbite e ortoclasio, ma anche quello fra le due unità analbitiche del geminato, sia costante in tutto il cristallo studiato.

Come è già stato messo in evidenza da Ito e Sadanaga (Bibl. 6) per i feldispati geminati secondo la legge dell'albite da loro studiati, anche nel caso presente l'angolo  $\gamma^*$  è di 90°. Si conferma perciò che non vi è nessuna relazione fra la presenza di quest'angolo di 90° e il tipo di feldispato originario nel quale i feldispati geminati secondo la legge dell'albite si sono smistati.

Ito e Sadanaga (Bibl. 6) hanno trovato che, con un contenuto del 70% o più di feldispato potassico, il compagno del feldispato potassico è un feldispato sodico geminato secondo la legge dell'albite, che, con un contenuto dal 70% al 40% di feldispato potassico, il feldispato sodico che lo accompagna è geminato secondo le leggi dell'albite e del periclino, e che, con un contenuto in feldispato potassico inferiore al 40%, rimane un feldispato sodico geminato secondo la legge del periclino, talora

TABELLA 3.

## Costanti reticolari di analbiti e albite.

N°	Or	Ab	An	a Å	b Å	c Å	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	d(100) = 1/a*	d(010) = 1/b*	d(001) = 1/c*	$\alpha^*$	$\beta^*$	$\gamma^*$
1	1,8	98,2	0,0	8,165	12,872	7,111	93°27'	116°26'	90°17'	7,3099	12,8403	6,3520	86°01'	63°30'	87°58'
2	5	90,2	4,8	8,177	12,873	7,125	92°56'	116°16'	88°42'	7,337	12,853	6,382	87°22'	63°46'	90°00'
3	17,9	79,9	2,2	8,239	12,940	7,147	92°32'	116°23'	90°12'	7,379	12,919	6,395	87°04'	63°35'	88°31'
4	23,8	71,8	4,4	8,260	12,950	7,157	92°17'	116°26'	90°11'	7,395	12,936	6,402	87°22'	63°32'	88°40'
5	1,8	98,2	0,0	8,144	12,787	7,160	94°16'	116°35'	87°40'	7,2833	12,7502	6,3906	86°24'	63°31'	90°29'
6	1,8	98,2	0,0	8,156	12,773	7,170	94°19'	116°40'	87°37'	7,299	12,736	6,396	86°22'	63°26'	90°30'
7	2,6	86,5	10,9	8,149	12,806	7,153	94°07'	116°34'	88°10'	7,2899	12,7730	6,3849	86°19'	63°30'	89°59'

1 Analbite di Amelia (Virginia) (KRACEK e NEUVONEN 1952, bibl. 7) (SMITH, bibl. 13).

2 Analbite albica di Castelletto di Rotzo.

3 Analbite St. George-Pribilof (LAVES, bibl. 9 II).

4 Analbite

5 Albite di Amelia (KRACEK e NEUVONEN, bibl. 7) (SMITH, bibl. 13).

6 Albite di Amelia (KRACEK e NEUVONEN, bibl. 7) (LAVES, bibl. 9 II).

7 Albite del Kenya (GAME, bibl. 3) (SMITH, bibl. 13).

accompagnato da un feldispato potassico monoclinico. Nel caso qui studiato invece, con un tenore di poco superiore al 20% di  $KAlSi_3O_8$ , si è osservato, insieme ad un feldispato potassico a lieve triclinicità, un feldispato sodico triclinico geminato secondo la legge dell'albite. La legge di geminazione è dunque in relazione, per cristalli triclinici, con la presenza di un angolo di zona diretto o reciproco di  $90^\circ$  (Ito, bibl. 5, Ito e Sadanaga, bibl. 6), la presenza però di questo angolo di  $90^\circ$ , nel caso dei feldispati, dipende evidentemente solo dalla composizione chimica del feldispato sodico smistatosi e dalla storia termica del feldispato stesso.

Un confronto fra le costanti reticolari del feldispato sodico smistatosi nell'anortoclasio di Castelletto di Rotzo e le costanti reticolari di analbiti e albiti precedentemente studiate (Tabella 3), indica per il feldispato di Castelletto valori prevalentemente da analbite con deviazioni di alcuni parametri verso quelli di albiti. Si tratta dunque di uno degli stati intermedi fra analbite e albite, stato per il quale Laves (Bibl. 10 e 11) ha adottato la denominazione di « analbite albitica ». Stati intermedi di tale tipo sono stati preparati sinteticamente e studiati da MacKenzie (Bibl. 12). Una definizione più particolareggiata, consigliata pure da Laves (Bibl. 10), può essere « K-Ca-analbite albitica ».

Il feldispato potassico presente come prodotto di smistamento nell'anortoclasio di Castelletto di Rotzo ha dato riflessioni diffuse, allungate lievemente in due direzioni per lo più simmetriche rispetto al punto di maggiore intensità. Tale fenomeno sta ad indicare una non perfetta monoclinicità ed una geminazione submicroscopica (Laves, bibl. 8 e Goldsmith e Laves, bibl. 4). La triclinicità, sia pure molto piccola, è sempre maggiore di 0. Il nome proposto da Laves (Bibl. 9 I) per cristalli di tale tipo è di « ortoclasio comune ».

In conclusione, il feldispato di Castelletto di Rotzo può essere definito come anortoclasio, per la sua composizione chimica, come unità morfologica (Goldsmith e Laves bibl. 4), ma senza riferimento ad alcuna fase strutturalmente definibile (Laves, bibl. 10). I prodotti di smistamento osservati sono K, Ca-analbite albitica e ortoclasio comune.

La fase omogenea iniziale di alta temperatura doveva essere data da un feldispato sodico monoclinico ricco di K e con poco Ca, definibile brevemente secondo Laves (Bibl. 10) come « K, Ca-monalbite ».



## BIBLIOGRAFIA

- (1) ALLING H. L. (1926) - *The potash-soda feldspars*. *J. Geology* 34, 591-611.
- (2) BUERGER M. J. (1960) - *Crystal-structure analysis*. J. Wiley e Sons, Inc. New York - London.
- (3) GAME P. M. (1949) - *Plagioclase from Sultan Hamud, Kenya*. *Min. Mag.* 28, 682-687.
- (4) GOLDSMITH J. R. e LAVES F. (1954) - *Potassium feldspars structurally intermediate between microcline and sanidine*. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 6, 100-118.
- (5) ITO T. (1950) - *X-ray Studies on Polymorphism*. Tokyo: Maruzen.
- (6) ITO T. e SADANAGA R. (1952) - *The Lamellar Structure of Certain Microcline and Anorthoclase*. *Acta Crystallogr.* 5, 441-449.
- (7) KRACEK F. C. e NEUVONEN K. J. (1952) - *Thermochemistry of plagioclase and alkali feldspars*. *Amer. Journ. Sci.*, Bowen volume, 293-318.
- (8) LAVES F. (1950) - *The lattice and twinning of microcline and other potash feldspars*. *J. Geology* 58, 548-583.
- (9) LAVES F. (1952) - *Phase relations of the alkali feldspars*. *J. Geology* 60, 436-450 I, 549-574 II.
- (10) LAVES F. (1960) - *Al/Si - Verteilungen, Phasen - Transformationen und Namen der Alkalifeldspäte*. *Z. Kristallogr.* 113, 265-296.
- (11) LAVES F. (1960) - *Die Feldspäte, ihre polysynthetischen Verzwilligungen und Phasenbeziehungen*. *Rend. Soc. Min. Ital.* 16, 37-100.
- (12) MACKENZIE W. S. (1957) - *The crystalline modifications of NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>*. *Amer. Journ. Sci.* 255, 481-516.
- (13) SMITH M. A. (1956) - *The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars. I. The soda-rich plagioclases*. *Min. Mag.* 31, 47-68.
- (14) TAYLOR W. H. (1933) - *The structure of sanidine and other feldspars*. *Z. Kristallogr.* 85, 425-442.
- (15) TAYLOR W. H. - DARBYSHIRE J. A. - STRUNZ H. (1934) - *An X-Ray Investigation of the Feldspars*. *Z. Kristallogr.* 87, 464-498.
- (16) *A Comparison of Various Commercially Available X-ray Films*. *Acta Crystallogr.* 9, 520-525, 1956.