

BORIANI ATTILIO

L'ANFIBOLITE A ORNEBLENDA E CUMMINGTONITE  
DI ORNAVASSO (VAL D'OSSOLA) (\*)

**Riassunto.** — Durante il rilevamento geologico petrografico della bassa val d'Ossola da parte dell'A. è stata messa in luce la presenza di una anfibolite, appartenente alla formazione dioritico-kinzigitica che contiene cummingtonite in individui isolati e in conerescimenti con l'orneblenda. Dei due anfiboli, separati e analizzati, sono state determinate le proprietà ottiche; sono in corso ricerche röntgenografiche sulla cummingtonite. Viene suggerita un'origine metamorfica dell'associazione dei due anfiboli.

Durante il rilevamento geologico petrografico della bassa Val d'Ossola in corso da qualche anno da parte dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Milano, è stata posta in luce la presenza di una roccia di aspetto singolare, che si è in seguito rilevata assai interessante per la sua composizione mineralogica.

Si tratta di una delle tante anfiboliti di discussa origine che solcano in potenti bancate le metamorfiti di catazona della zona dioritico-kinzigitica. La roccia fu segnalata già da Schilling (6), il quale fece una affrettata descrizione macro e microscopica di un campione proveniente da un affioramento sito presso Albo (Candoglia); egli denominò la roccia « Fleckamphibolit von Albo ».

I campioni ai quali si riferisce il presente lavoro provengono invece dal versante nord-occidentale della Valle del Toce, dove la lente anfibolitica segnalata da Schilling prolunga il suo affioramento fino ad oltre la sommità della Punta Fenore, e precisamente furono raccolti sulla mulattiera che a quota 400 m. circa collega la strada Ornavasso - Santuario del Boden con la punta di Migliandone, nei pressi del ponticello sul Riale Val Buona.

---

(\*) Lavoro eseguito con il contributo del Centro Nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi del C.N.R.

Macroscopicamente la roccia si presenta assai fresca, di colore grigio-scuro con una struttura pseudoporfiroblastica perchè disseminata di chiazze biancastre a guisa di occhi tondeggianti o allungati ed allineati nella direzione del banco di anfibolite. Le dimensioni delle chiazze sono assai variabili e vanno da meno di 1 mm. a 1-2 cm. di diametro.

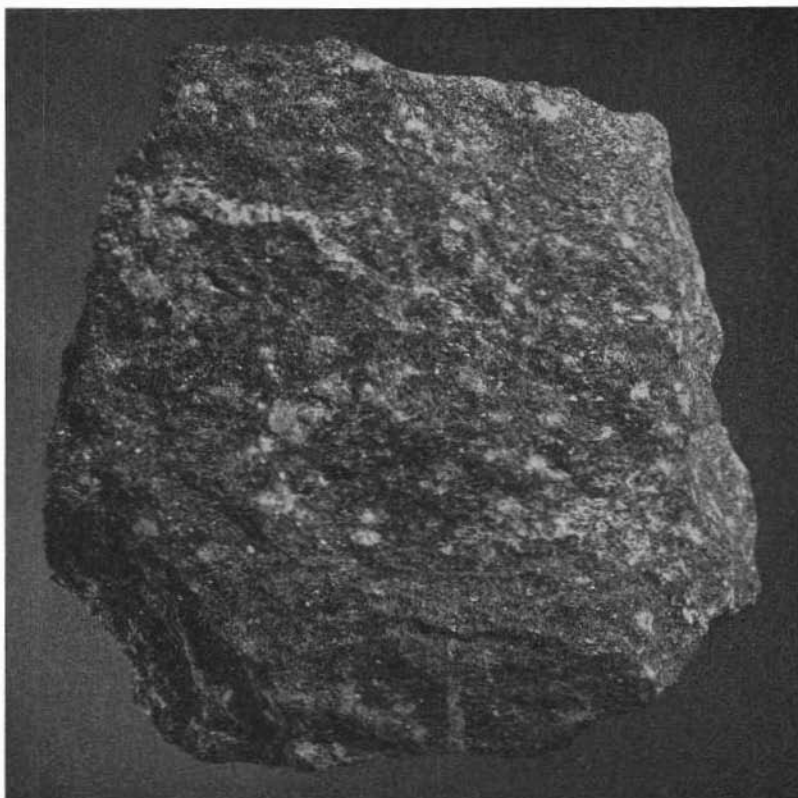


Fig. 1. — L'anfibolite a chiazze di Ornavasso (Val d'Ossola).

Al centro di talune chiazze è visibile un minerale rossastro tondeggiante subito riconoscibile come granato. La grana è alquanto irregolare: zone scure costituite da prismi isoorientati di anfibolo lunghi fino a 1 cm. si alternano irregolarmente con zone a grana minuta e con lenticelle più chiare essenzialmente leucocrate allungate che sottoli-

neano l'orientazione determinata dalle vistose chiazze disposte in allineamenti subparalleli.

All'esame microscopico si rileva la presenza, oltre che dei consueti minerali delle anfiboliti della zona, di un anfibolo incolore in individui isolati o, più spesso in concrescimenti omoassiali con l'orneblenda.

L'angolo di estinzione  $Z \wedge c$  è quasi identico nei due anfiboli; il segno ottico si rivela positivo nell'incolore mentre è negativo nell'orneblenda. Questa caratteristica indica senza possibilità di dubbio che l'anfibolo in questione è un membro della serie cummingtonite-grüne-rite. Tale minerale non è presente nella roccia descritta da Schilling; queste osservazioni hanno portato ad approfondire le ricerche allo scopo di determinare esattamente il minerale e di spiegarne le complesse relazioni con l'orneblenda.

Scopo principale della ricerca è stato quello di trarne, se possibile, considerazioni di natura petrogenetica dato il grande interesse che riveste il problema dell'origine delle anfiboliti della zona dioritico-kinzigitica alternativamente considerate di origine ortometamorfica e di origine parametamorfica dagli Autori che si sono dedicati al loro studio.

### Descrizione della roccia

Al microscopio in sezione sottile la roccia si mostra così composta: l'orneblenda è il minerale più abbondante seguita in ordine decrescente da plagioclasio, cummingtonite e quarzo. In qualità di minerali accessori sono presenti: biotite, granato, apatite, pirite, magnetite, epidoto, ilmenite.

L'orneblenda è assai diffusa; si trova in individui abbastanza regolarmente isorientati distribuiti in letti subparalleli, isolati o in associazione con la cummingtonite. I bordi sono sfrangiati o lobati e vi appare talvolta una granulazione di quarzo. Il pleocroismo è evidente con: X = giallo chiaro, Y = verde oliva chiaro, Z = verde oliva intenso.  $Z \wedge c = 18-19^\circ$   $2V_X = 76^\circ$ .

Il plagioclasio, notevolmente fresco, è presente ovunque nella roccia ed è anche il costituente delle chiazze chiare che conferiscono alla roccia il suo aspetto singolare. Le geminazioni presenti sono secondo le

leggi dell'albite, albite-carlsbad, albite periclino; numerosi gli individui non geminati o con geminazioni incomplete. La composizione è quella di una andesina con il 46% An; non sono rari individui zonati con nuclei fino al 55% An.

La *cummingtonite* si trova generalmente associata all'orneblenda ma non mancano individui isolati. I concrescimenti omoassiali dei due anfiboli sono assai frequenti; il piano di separazione è a volte netto secondo (100), a volte ad un piccolo angolo da questo. Talora i limiti sono poco netti e si possono osservare anche chiazze o lembi dell'uno anfibolo nell'altro.

Nella *cummingtonite* sono spesso ben visibili laminette di smistamento entro i piani (001) di orneblenda come pure nell'orneblenda si osservano laminette incolore di *cummingtonite* egualmente disposte. La *cummingtonite* è quasi sempre geminata polisinteticamente secondo (100) con asse di geminazione  $c$ .  $Z \wedge c = 19-20^\circ$  (leggermente più grande che nell'orneblenda); la birifrazione è visibilmente maggiore di quella dell'orneblenda.  $2V_z = 84^\circ$ . La *cummingtonite* costituisce circa un quarto dell'anfibolo totale.

Il *quarzo* si trova in granuli non molto numerosi ma ben distribuiti in tutta la roccia; la *biotite* è notevolmente fresca e si presenta in rare laminette isolate. Il *granato* occupa soltanto il centro di talune chiazze plagioclasiche ed è perciò raramente riscontrabile in sezione sottile. L'*apatite* è presente in granuli o prismi a bordi arrotondati; vi è pure qualche granulo di *clinozoisite*. I minerali opachi, rappresentati da *pirite*, *magnetite*, *ilmenite* sono relativamente abbondanti.

E' stata eseguita l'analisi chimica della roccia i cui risultati sono esposti nella tabella I; la formula magmatica coincide assai bene con quella del magma *horneblenditisch* di Niggli.

### Separazione degli anfiboli

La separazione degli anfiboli è stata effettuata mediante il separatore Frantz Isodynamic su di un materiale ottenuto frantumando opportunamente circa 2 Kg. di roccia e utilizzando la frazione granulometrica compresa fra 0,125 e 0,062 mm., rivelatasi al microscopio come la più idonea per la percentuale relativamente bassa dei granuli costituiti da più minerali.

TABELLA I

*Anfibolite a chiazze della Val Buona (Val d'Ossola)*

## Analisi chimica

	%	Parametri di Niggli		Magma Horneblenditisch
SiO <sub>2</sub>	47,68			
TiO <sub>2</sub>	3,80	si	111,4	80 (135-65)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,53	al	11,5	15 (≥ 10)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,16	fm	58,5	60 (< 70)
FeO	10,72	e	23	20 (15-26)
MnO	0,13	alk	7	5
MgO	7,21	k	0,05	0
CaO	9,11	mg	0,54	0,6
Na <sub>2</sub> O	2,97	ti	6,60	
K <sub>2</sub> O	0,25	c/fm	0,40	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	al-alk	4,50	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2,02			
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,10			
	<hr/> 99,83			

Dopo ripetuti passaggi allo scopo di eliminare i minerali a più alta e a più bassa suscettività magnetica (assetto del separatore: incl. long. 25° e incl. trasv. 15°) è stata individuata sperimentalmente in 0,35 A l'intensità di corrente da utilizzare per la separazione dei due minerali (le prove preliminari avevano fornito l'indicazione della suscettività magnetica più elevata della cummingtonite rispetto all'orneblenda).

I due separati, ben distinguibili l'uno dall'altro anche ad occhio nudo per il diverso colore, dopo ripetuti passaggi ad intensità immediatamente superiori ed inferiori al punto di separazione, sono stati ulteriormente depurati manualmente al microscopio binoculare. Al ter-

mine dell'operazione si poteva valutare al 98-99% la purezza dell'orneblenda e intorno al 95-96% quella della cummingtonite, non tenendo conto degli smistamenti dell'un minerale nell'altro in precedenza osservati al microscopio polarizzatore.

### Determinazione dei dati chimici e fisici

Sono state eseguite le analisi chimiche dei due anfiboli i cui risultati sono esposti nella tabella II. Il F, trovato soltanto nell'orneblenda, è stato determinato per via spettrofotometrica con reagente di Ti. Sono stati effettuati tentativi di determinazione di  $H_2O^+$  con il tubo Penfield, ma il metodo è stato abbandonato per i valori troppo bassi che ne risultavano ed in seguito ad una analisi D.T.A. dell'orneblenda che ha confermato l'alta temperatura di liberazione degli ossidrili (picco endotermico fra i  $1050^\circ$  e i  $1070^\circ$ ). L'acqua è stata quindi determinata per arroventamento sopra i  $1000^\circ$  ed in seguito corretta per O ed F.

La composizione dei minerali è espressa, sempre nella tabella II, in numeri di ioni sulla base di 24 (O, OH, F) per cella unitaria.

Si può notare come nella cummingtonite  $Al^{VI}$  è sufficientemente basso, mentre  $Al^{IV}$  è piuttosto elevato per tale minerale; ciò è dovuto principalmente alla presenza di orneblenda entro la cummingtonite. Non è stato ritenuto opportuno apportare correzioni ai risultati in mancanza di dati precisi sull'entità delle impurezze. Secondo B. Asklung e altri (1), in cristalli otticamente privi di lamelle di smistamento la presenza di una fase nell'altra è valutabile con metodi roentgenografici dall'1 al 5%.

I gruppi ottaedrici Y di entrambi i minerali si avvicinano assai ai valori teorici di 5 e 7 rispettivamente per l'orneblenda e per la cummingtonite.

Fe è notevolmente più abbondante nella cummingtonite che nell'orneblenda, cosa che giustifica la netta differenza di suscettività magnetica, mentre i rapporti *mg* dei due minerali sono abbastanza simili tra di loro (e con il rapporto *mg* della roccia v. tabella I); ciò indica una certa eguaglianza per quanto concerne l'entità della sostituzione di Fe su Mg. Questa similitudine nei valori di *mg* è riscontrabile in quasi tutte le orneblende e cummingtoniti in associazione analizzate da Autori precedenti quali: Eskola (1), Seitsaari (7), Watters (9), Vernon (8).

TABELLA II  
Analisi chimiche

	Cummingtonite	Orneblenda
	%	%
SiO <sub>2</sub>	52,07	45,15
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,95	11,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,03	2,14
FeO	22,36	13,52
MnO	0,42	0,19
MgO	15,95	12,17
CaO	1,98	11,03
Na <sub>2</sub> O	0,32	1,37
K <sub>2</sub> O	0,05	0,32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,87	1,36
F	—	0,30
	<hr/>	<hr/>
	100,48	100,10
O ≡ F	—	0,30
	<hr/>	<hr/>
	100,48	99,80

Numero di ioni sulla base di 24 (O, OH, F) per cella unitaria

Si	(Z) = 8	}	7,60	}	(Z) = 8	}	6,64	}	2,03
Al <sup>IV</sup>			0,40				1,36		
Al <sup>VI</sup>			0,27		0,67		0,67		
Ti			0,05				0,08		
Fe <sup>III</sup>			0,10				0,23		
Mg	(Y) = 7,06	}	3,48	}	(Y) = 5,32	}	2,66	}	
Fe <sup>II</sup>					2,74				1,66
Mn					0,04				0,02
Na					0,08				0,39
Ca					0,30				1,73
K				(X) = 2,17		0,05			
OH	1,81	}	1,81	}	1,48	}	1,32	}	
F							—		
			mg = 0,54				mg = 0,58		

I dati fisici sono sintetizzati nella tabella III. Gli indici di rifrazione sono stati determinati per immersione al T.U. col metodo della variazione della lunghezza d'onda utilizzando un monocromatore Leitz a specchio lineare, munito di lampada allo Xenon.

TABELLA III

*Proprietà fisiche*

	Cummingtonite	Orneblenda
$\alpha$ } ( $\pm 0,0003$ )	1,6429	1,6526
$\beta$ }	1,6541	1,6660
$\gamma$ }	1,6707	1,6766
$\gamma - \alpha$	0,0278	0,0240
$2V$	84°	76°
Segno ottico	+	—
Dispersione	Incl. $r < v$	Incl. $r > v$
$Z \wedge c$	19°-20°	18°-19°
Colore	paglierino	verde-nerastro
Pleocroismo	X incolore	giallo-verde chiaro
	Y giallo chiarissimo	verde-oliva chiaro
	Z giallo-verde chiaro	verde-oliva intenso
Densità	3,234	3,186

Risulta evidente dai dati la maggiore grandezza degli indici dell'orneblenda e la maggiore birifrazione della cummingtonite. I dati ottenuti entrano assai bene nei diagrammi costruiti per la serie cummingtonite-grünerite (Winchell (10)) e per l'orneblenda (Deer e altri (2)) accordandosi con i dati delle analisi chimiche.

Le densità sono state determinate con il liquido di Clerici diluito e la bilancia di Westphal. Anche le densità si accordano con i dati chimici ed ottici nei diagrammi sopracitati; si può notare come la densità della cummingtonite sia nettamente superiore a quella dell'orneblenda.



Sono state eseguite finora ricerche roentgenografiche esplorative col metodo delle polveri che confermano ampiamente i dati chimici e fisici, mentre sono in corso ricerche più approfondite per l'esatta determinazione dei dati strutturali della cummingtonite.

### Significato petrogenetico dell'associazione

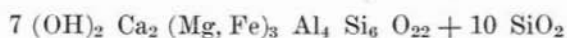
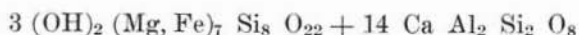
Per ciò che riguarda l'origine dell'associazione orneblenda-cummingtonite è interessante notare come quasi tutte le rocce che la posseggono e che sono state descritte dagli Autori precedenti siano considerate ortoanfiboliti o gabbri ibridi (Deer e altri (2)).

Il campione descritto da Schilling (6), pur appartenendo al medesimo banco di anfibolite al quale si riferisce questo lavoro, non contiene cummingtonite ma abbondante pirosseno augitico in via di trasformazione in orneblenda. Il pirosseno manca invece completamente nei campioni ora esaminati.

Secondo Asklund (1) i concrescimenti di cummingtonite e orneblenda potrebbero costituire il relitto metamorfico di un pirosseno augitico. L'associazione orneblenda-cummingtonite potrebbe anche essere di origine primaria e la roccia rappresentare una differenziazione rispetto a quella di Albo descritta da Schilling, nella quale a causa delle modificazioni fisico-chimiche generate dall'assimilazione di zolle di rocce incassanti da parte dell'originaria roccia eruttiva testimoniata dalla presenza di granato e biotite, cristallizzarono orneblenda e cummingtonite. A favore di questa origine primaria depone la presenza delle lamelle di smistamento dell'uno anfibolo nell'altro.

La roccia esaminata potrebbe costituire un termine di passaggio fra le anfiboliti a tessitura orientata e zonata, quasi sempre prive di pirosseno e ricche di biotite e granato, così frequenti nella zona, e le rocce basiche di aspetto gabbroide.

La cummingtonite può infatti trasformarsi in orneblenda secondo la reazione:



## BIBLIOGRAFIA

- B. ASKLUND, W. L. BROWN e J. V. SMITH (1962): *Hornblende-cummingtonite intergrowth*. Am. Mineral. Vol. 47 (160-163).
- W. A. DEER, R. A. HOWIE, J. ZUSSMANN (1963): *Rock forming minerals*. Ed. Longmans Vol. II.
- P. ESKOLA (1950): *Paragenesis of cummingtonite and hornblende from Muuruvesi, Finland*. Am. Mineral. Vol. 35 (728-734).
- W. LAYTON e R. PHILLIPS (1960): *The cummingtonite problem*. Min. Mag. Vol. 32 (653-663).
- B. MASON (1953): *Cummingtonite from the Miconui River, Westland, New Zealand*. Am. Mineral. Vol. 38 (862-865).
- J. SCHILLING (1957): *Petrographische-geologische Untersuchungen in der unteren Val d'Ossola. Ein Beitrag zur Kenntnis der Ivrea-Zone*. Boll. Svizz. Min. Petr. Vol. 37 (435-544).
- J. SEITSAARI (1952): *On association of cummingtonite and hornblende*. Ann. Acad. Sc. Fenn. ser. A, III, n° 30.
- R. H. VERNON (1962): *Co-existing cummingtonite and hornblende in an amphibolite from Duchess, Queensland, Australia*. Am. Mineral. Vol. 47 (360-370).
- W. A. WATTERS (1959): *An association of hornblende and cummingtonite from Ringaringa, Stewart Island, New Zealand*. N. Z. Jour. Geol. Geophys. Vol. 2 (248-256).
- A. N. WINCHELL (1938): *The antophyllite and cummingtonite-grünerite series*. Am. Mineral. Vol. 23 (329-333).

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

- Fig. 1. — Anfibolite a orneblenda e cummingtonite di Ornavasso.  
Solo polar. 60 ingr.
- Fig. 2. — Id. geminazione polisintetica sec. (100) della cummingtonite.  
Nicols + 120 ingr.
- Fig. 3. — Id. lamelle di smistamento nei piani (001) di orneblenda nella cummingtonite e di cummingtonite nell'orneblenda.  
Solo polar. 120 ingr.
- Fig. 4. — Id. Id. lievemente ruotato.  
Nicols + 120 ingr.

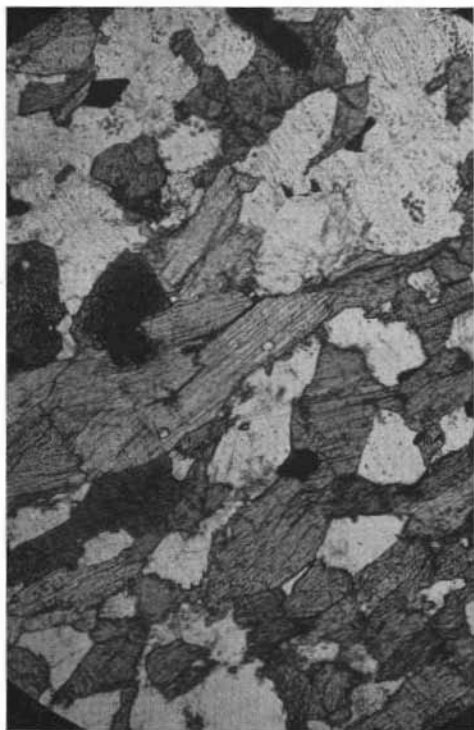


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

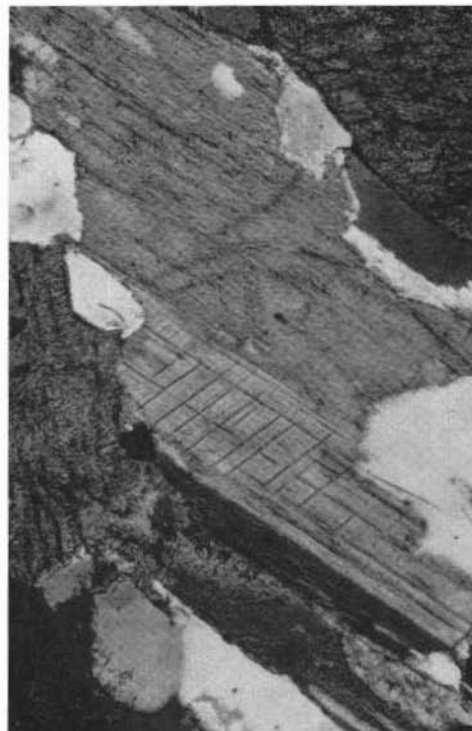


Fig. 4.