

FELICE IPPOLITO e PASQUALE NICOTERA

## CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEL GIACIMENTO URANIFERO DEL MONTE BESIMAUDA (Alpi Piemontesi)

Nel corso del 1951 e del corrente anno abbiamo avuto occasione di occuparci dello studio delle mineralizzazioni uranifere del Cuneese e precisamente di quelle che sono oggetto di ricerche minerarie da parte della Società "Montecatini". Lo studio geologico e petrografico di questo giacimento, particolarmente laborioso per la difficoltà intrinseca dei fenomeni e notevolmente delicato per l'interesse pratico dell'argomento, è ancora in corso. Tuttavia riteniamo opportuno dare alcune notizie preliminari sui risultati scientifici finora conseguiti, per cortese autorizzazione del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari e della "Montecatini", specialmente per il fatto che su tali mineralizzazioni sono state anche di recente scritte o dette talune inesattezze.

Come è noto e come si rileva altresì dalla carta geologica ufficiale alla scala 1:100.000 (foglio Boves n.° 91, rilevato da D. Zaccagna una cinquantina di anni or sono) il massiccio del M. Besimauda domina da Sud la ridente pianura di Cuneo elevandosi ripido fino ad oltre 2000 metri. Esso è separato dai circostanti rilievi dalle due profonde incisioni del torrente Vermenagna ad occidente e del Pesio ad oriente, ed è essenzialmente costituito da un complesso di rocce metamorfiche, abbastanza varie come costituzione mineralogica e caratteristiche fisiche, che la detta carta geologica distingue in due gruppi: quello ("P") degli "scisti gneissici, sericitici, filladici, cloritici ed ottrelitici", etc., e quello ("ω") dei "porfidi quarziferi di tipi svariati e loro tufi", che proprio dal M. Besimauda, per la non felice consuetudine di creare nuovi nomi, vennero denominati *besimauditi*.

Non è nostra intenzione soffermarci, in questa sede, sulla costituzione petrografica di questo vario assieme di metamorfiti, nè sul significato geologico di queste formazioni, accontentandoci soltanto di precisare alcuni punti da noi finora acclarati.

Anzitutto il rilievo accurato sul terreno, per la zona di più stretto interesse minerario, unitamente alle osservazioni effettuate con delle escursioni a più largo raggio, e sempre con la conferma dello studio petrografico — affatto indispensabile per terreni di questa natura — ha permesso di stabilire che le formazioni gneissiche (“ ortogneiss „ auct.) e granitoidi del foglio Demonte (n. 90) e quelle gneissiche e “ porfiroidiche „ del foglio Boves (n. 91) non hanno nulla in comune e che il rilevamento del foglio Demonte, eseguito da S. Franchi, è molto più preciso ed accurato, specie per la nomenclatura petrografica, di quello del foglio Boves.

In quest'ultimo foglio la distinzione, cui di sopra abbiamo fatto cenno, del complesso metamorfico in due gruppi, “ P „ e “ ω „, è del tutto arbitraria e non corrisponde ad alcuna distinzione sul terreno: si tratta in effetti di un unico complesso di molteplici tipi di metamorfiti, che, per uno studio a carattere moderno, occorre distinguere petrograficamente e cartografare (1). A nostro avviso un felice tentativo in questo senso è rappresentato dalla carta di S. Conti, inserita nella recente memoria pubblicata da questo autore e dal Rovereto (2) negli Atti della Accademia dei Lincei.

Senza entrare nel dettaglio delle analisi petrografiche, gli studi del Conti riguardanti la genesi delle cosiddette *besimauditi* l. s., da porfidi quarziferi, hanno, a nostro avviso, centrato il problema e sostanzialmente concordano sia col fondamentale lavoro di S. Bonatti sulle Apuane (3) per quanto concerne quei porfiroidi, sia con quanto è lecito dedurre sulla genesi dei porfiroidi del Gerrei in Sardegna (4).

Da tempo nella regione del M. Besimauda è segnalata la pre-

---

(1) È necessario osservare che una cartografia precisa, su basi petrografiche, è qui molto difficoltosa per la presenza di un notevole mantello di alterazione e per l'abbondanza del terreno vegetale, che ostacola ogni operazione sul terreno.

(2) CONTI S. e ROVERETO G., *Geologia del gruppo di M. Besimauda e moderni problemi di tettonica e petrogenesi*. Atti Acc. Naz. Lincei; Mem. Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat.; S. VIII, vol. III (fasc. 3); 1951.

(3) BONATTI S., *Studi petrografici sulle A. Apuane*; Roma, 1938. Vedi anche IPPOLITO F., *Le Alpi Apuane*; Mem. e Note Ist. Geologia Appl. Università di Napoli; vol. III, 1950.

(4) IPPOLITO F., *Osservazioni petrografiche su talune rocce eruttive del territorio di Goni in Sardegna* (lavoro in corso).

senza di minerali radioattivi. A Lurisia, fin dai primi anni di questo secolo, fu accertata la presenza di autunite e di torbernite e la località, celebre anche per una sorgente di acqua radioattiva, fu visitata dalla Curie nel 1917.

Nell'area dove sono in corso i lavori di ricerca della Società Montecatini, a Sud dell'abitato di Peveragno, le rocce affioranti, a prescindere dai più recenti terreni triassici, sono di vari tipi: quarziti, quarziti di tipo anagenitico, quarziti a sericite fino a sericitoscisti, cloritoscisti, porfiroidi a grana più o meno grossa, etc.

La mineralizzazione uranifera è stata riconosciuta per la presenza dei minerali fluorescenti e di poi individuata con l'ausilio dei contatori Geiger.

Le osservazioni da noi compiute in loco, sia all'esterno, sia specialmente nelle gallerie di ricerca, hanno permesso di accertare quanto segue:

a) non esistono nella formazione filoni o dicchi comunque mineralizzati ad U: i rari filoncelli di quarzo e pirite di bassissima termalità che qua e là si rinvencono nella formazione sono assolutamente privi di minerali radioattivi, come si rileva agevolmente con mezzi fisici;

b) nella vasta serie di rocce di vario tipo, che costituiscono il complesso metamorfico, una rivela forte radioattività al contatore Geiger, ma non contiene minerali di U individuabili con mezzi microscopici;

c) poichè la scistosità è parallela alla originaria stratigrafia dei vari tipi litologici, come è mostrato dal fatto che le variazioni tra le diverse facies di metamorfiti avvengono normalmente alla scistosità, è giocoforza ammettere che un "orizzonte" dell'originario complesso è mineralizzato.

Ciò premesso passeremo brevemente a descrivere le rocce di questo "orizzonte".

Esse hanno un *habitus* particolare abbastanza uniforme e presentano, per lo più in superficie, per effetto dell'alterazione, un colore bianchiccio o giallastro; sono ricche di impregnazioni limonitiche sia lungo gli esilissimi piani di scistosità che lungo le numerose e sottili fratture che attraversano trasversalmente ed irregolarmente la scistosità.

Sono a struttura finemente scistosa talvolta solo lievemente ondulata, tal'altra capricciosamente arricciata; molto spesso mo-

strano una struttura macroscopicamente definibile come porfiroblastica con fenoblasti di quarzo rotondeggianti o lievemente allungati secondo la scistosità e di dimensioni mai superiori a qualche millimetro. Lungo le fratture e sui piani di scistosità si rinvencono abbastanza di frequente, nei campioni raccolti presso la superficie, belle incrostazioni di torbernite ed autunite (molto più frequente quest'ultima) in scagliette di dimensioni generalmente dell'ordine di un millimetro o frazioni, ma anche talvolta di 2 o 3 millimetri od in aggregati licheniformi.

Quando invece la roccia è fresca assume un colore che va dal grigio-verde o verde-limone più o meno scuro con striature nerastre fino al nerastro con striature verdastre. La struttura è sempre spiccatamente scistosa e per lo più molto fine, lievemente ondulata fino a pieghettata, con i piani di scistosità quasi sempre discretamente brillanti. Difficilmente, quando la roccia è fresca, si nota una struttura di tipo porfiroblastico: ciò probabilmente perchè i fenoblasti vengono messi in risalto solo per effetto dell'alterazione mentre quando la roccia è fresca si confondono con la pasta fondamentale. Infine quando la roccia è fresca non si rinvencono scaglie di minerali fluorescenti, che compaiono però dopo un certo tempo (<sup>1</sup>).

All'osservazione microscopica la tessitura è finemente scistosa, olocristallina a grana finissima, con massa fondamentale costituita da un'alternanza di zone quasi esclusivamente quarzitiche criptocristalline e zone irregolarmente ondulate e pieghettate prevalentemente cloritiche. I costituenti principali sono infatti quarzo e clorite. Il quarzo oltre a costituire le zone a grana finissima quasi criptocristalline, si rinviene anche in individui notevolmente più sviluppati, con dimensioni talvolta anche di qualche millimetro ed in forme per lo più rotondeggianti o chiaramente scheggieose, circondati ed avviluppati dalla massa fondamentale microcristallina. In taluni punti le zone lenticolari a grana un po' più grossa, sfumano gradualmente in zone quarzitiche criptocristalline. General-

---

(<sup>1</sup>) È questo un fatto bene accertato anche sui cumuli di materiale estratto: su frammenti originariamente non fluorescenti, compaiono dopo qualche mese pagliuzze di autunite. Lo stesso fenomeno è stato accertato dai geologi del Commissariato per l'energia atomica francese sui cumuli di materiale estratto dalle loro « ricerche ».

mente il quarzo, sia nella massa fondamentale che negli individui più sviluppati presenta estinzione ondulosa. Tranne che per gli aggregati ghiandolari porfiroblastici, gli individui rotondeggianti o scheggiosi di quarzo mostrano chiaramente di non essere di origine metamorfica. In nessun caso però abbiamo notato individui rotondeggianti di quarzo con tracce di riassorbimento magmatico.

Il minerale cloritico, che assieme al quarzo costituisce il minerale essenziale, appartiene in assoluta maggioranza al tipo delle pennine negative. Esso si presenta per lo più con un colore verde pallido, ma quando è minutamente diffuso in piccole scaglie fibrose si presenta particolarmente incolore. Il pleocroismo è appena percettibile solo in qualche caso. Questo minerale si rinviene minutamente diffuso nelle zone prevalentemente quarzitiche criptocristalline ed inoltre forma il costituente quasi esclusivo di zone ad andamento ondulato, che marciano la scistosità della roccia. Le dimensioni dei cristalli sono estremamente piccole, la forma è generalmente fibrosa e gli individui sono perfettamente orientati secondo l'andamento più o meno ondulato della scistosità.

Oltre a questi due minerali si rinvengono spesso anche degli individui irregolari e con dimensioni di qualche millimetro, di feldspati, sia ortoclasio che plagioclasii (non ben determinabili). Tanto l'uno che gli altri si presentano notevolmente torbidi, spesso parzialmente sericitizzati, con forme per lo più frammentarie o lievemente arrotondate, talvolta attraversati da esili fratture riempite da quarzo criptocristallino; l'ortoclasio non presenta geminazioni mentre il plagioclasio si presenta per lo più geminato. Questi minerali danno la netta impressione di essere di origine clastica.

Altro minerale abbastanza diffuso è la pirite che si rinviene o in piccoli aggregati irregolari od anche, molto spesso, in cristallini idiomorfi perfettamente cubici. Infine tra i minerali microscopicamente determinabili bisogna ricordare anche l'apatite abbastanza frequente, che si presenta o in frammenti di cristalli od in tozzi cristalli prismatici talvolta anche bipiramidati.

Oltre a questi minerali, che, benchè generalmente si presentino a grana finissima, sono tuttavia ancora microscopicamente determinabili, è presente nella roccia un minutissimo pigmento opaco specialmente diffuso nelle zone cloritiche. Da tutte le indagini eseguite risulta fuor di dubbio che in questo pigmento scuro è contenuto l'Uranio.

Le figg. 1 delle tavole I e II sono due microfotografie di sezioni sottili della roccia in esame; le corrispondenti figg. 2 sono le immagini ottenute su due lastre per fisica nucleare Ilford C2 di 50  $\mu$  dopo contatto con le sezioni sottili per circa 30 giorni.

Sulla medesima roccia, da cui sono state eseguite le sezioni sottili delle microfotografie sopra riportate, il dr. E. Zimmer del CISE ha determinato per via chimica un contenuto di U di circa il 2,5%; lo stesso Dr. Zimmer ha potuto stabilire, mediante misura di radioattività  $\gamma$  in paragone con minerali di U certamente in equilibrio, che l'Uranio contenuto in queste rocce — ove non sono neanche tracce di minerali fluorescenti — è praticamente in equilibrio. Il che ci permette di escludere che si tratti di un giacimento secondario di formazione recente: esso ha almeno un milione di anni.

\*  
\* \*

Da quanto abbiamo fin qui esposto crediamo risulti chiaramente come questo giacimento non si inquadri perfettamente nello schema fin qui noto dei giacimenti di Uranio (<sup>1</sup>). È ben chiaro che esso non è un giacimento endogeno: la roccia che ospita l'Uranio e che di sopra abbiamo descritta non è un vero e proprio porfiroide, ma piuttosto un cloritoscisto il cui edotto, con ogni probabilità, era un sedimento di grana pelitica proveniente dal disfacimento di porfidi, o forse anche di tufi, ricchi in quarzo.

A nostro avviso, quando la roccia era in questo stadio è venuta a contatto con acque meteoriche, le quali avevano altrove dilavato minerali primari di U. Durante la lenta filtrazione di queste acque, attraverso questi sedimenti pelitici ricchi in sostanze organiche, l'Uranio — come accade — è stato fissato sotto forma di ossido, amorfo: stante alla normale nomenclatura mineralogica questo minerale di U potrebbe dirsi *pechblenda amorfa*.

---

(<sup>1</sup>) Vedi in proposito BAIN G. W., *Econ. Geology*, 45, n. 4, 1950 ed anche IPPOLITO F., *Energia Nucleare*, n. 4, 1952. È opportuno a questo proposito notare che ben pochi sono i giacimenti uraniferi noti nel mondo, almeno fino a qualche anno fa, e di questi solo una parte studiati. Pertanto è da ritenere che, col progredire degli studi giacimentologici in questo campo lo schema dei tipi di giacimento di U verrà a subire sostanziali modifiche. Ciò si dice sempre nella speranza che almeno i risultati scientifici degli studi vengano resi di pubblica ragione.

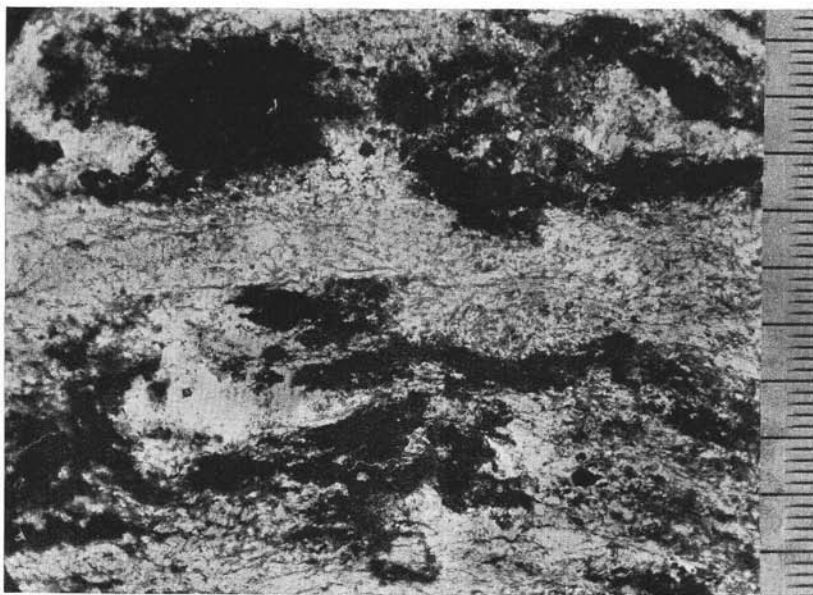


Fig. 1 — Microfotografia della sezione sottile del cloritoscisto uranifero (x 150; nicols II). Ben visibile la scistosità e la presenza del pigmento scuro. (La scala riportata lateralmente è espressa in centesimi di millimetro).

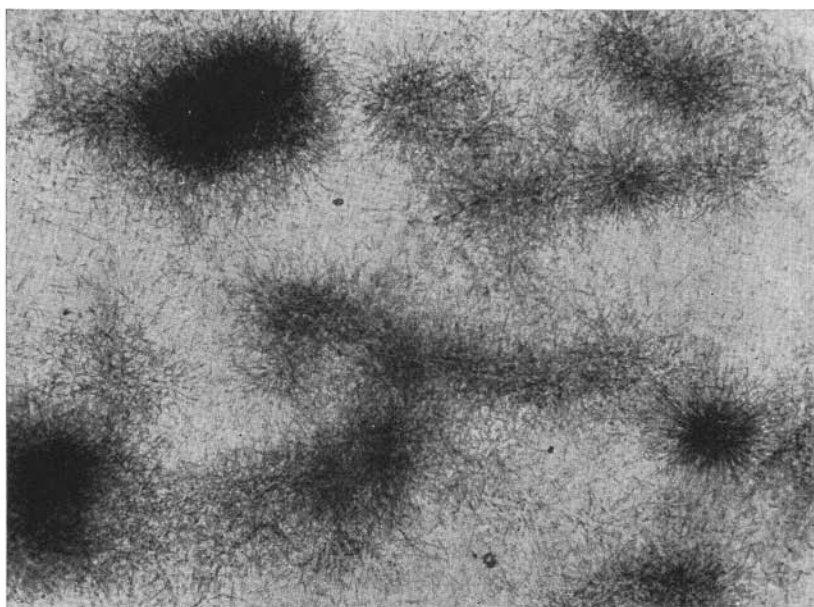


Fig 2 — Immagine su lastra Ilford,  $\mu$  50, della sezione sottile della fig. 1, dopo esposizione per 30 giorni. Le tracce delle particelle  $\alpha$ , ben visibili, sono concentrate in corrispondenza del pigmento scuro uranifero.

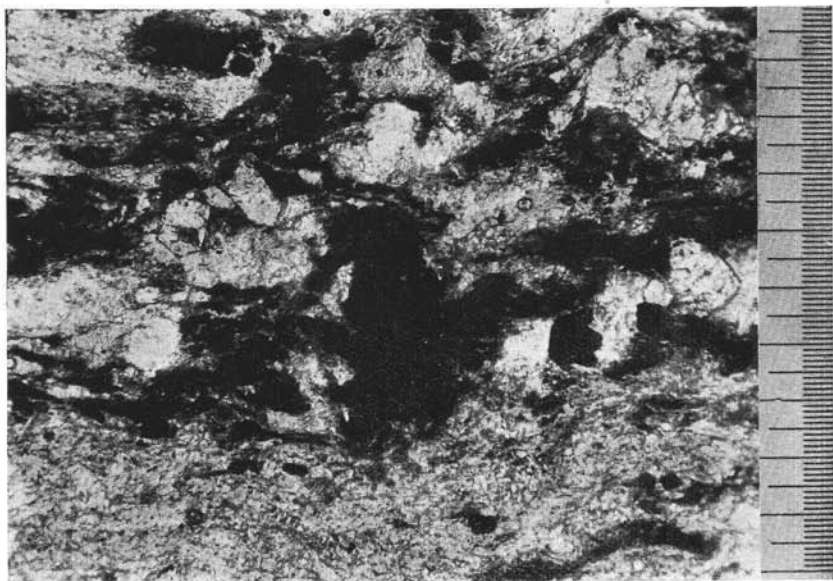


Fig. 1 — Microfotografia della sezione sottile del cloritoscisto uranifero (x 75; Nicols II). Si noti la presenza di qualche individuo di feldspato, nella massa costituita essenzialmente da quarzo e clorite e dal pigmento scuro. (La scala riportata lateralmente è espressa in centesimi di millimetro).

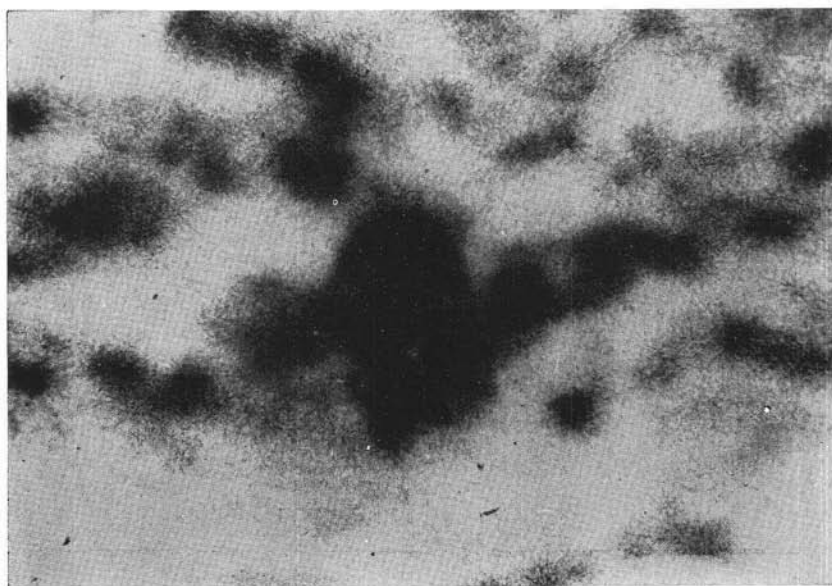


Fig. 2 — Immagine su lastra Ilford,  $\mu$  50, della sezione sottile della fig. 1, dopo esposizione per 30 giorni.



Questa ipotesi spiegherebbe la presenza della mineralizzazione ad U in un ben determinato orizzonte del complesso metamorfico, in quanto solo da quelle rocce che erano sedimenti pelitici — cioè esposti all'azione dell'acqua di circolazione e tali da dar luogo ad una filtrazione molto lenta in presenza di sostanze organiche — è stato catturato l'Uranio. Ed a dar maggior peso a questa interpretazione è da aggiungere il fatto che, pur dopo il dinamometamorfismo, campioni di questa roccia, provenienti dalle gallerie di ricerca finora eseguite, prelevati quindi parecchie decine di metri al disotto dell'attuale superficie del suolo, mostrano sempre, quando sono uraniferi, tracce di sostanze organiche.

Da quanto precede e sulla base di quanto è lecito dedurre dalla scarsa letteratura esistente sull'argomento, questo giacimento rivela qualche lontana analogia vuoi con quelli sedimentari, tipo *kolm* svedese, vuoi con i depositi di ossidi neri in *placers* della regione Fergana e specialmente del Portogallo e della Spagna. Esso però si distingue nettamente dagli uni e dagli altri per essere stato successivamente metamorfosato e perchè presenta rispetto a quelli, stando ai dati noti, concentrazioni di gran lunga maggiori.

*Napoli, 1 ottobre 1952.*