

GIORGIO VITTORIO DAL PIAZ

IL CRISTALLINO ANTICO
DEL VERSANTE MERIDIONALE DEL MONTE ROSA
PARADERIVATI A PREVALENTE METAMORFISMO ALPINO

(Nota preliminare) (1)

Riassunto. — Si descrivono in forma preliminare i paraderivati a prevalente metamorfismo alpino del ricoprimento Monte Rosa affioranti, sul versante meridionale del massiccio, tra la Valsesia e la Valle di Gressoney. Nella regione prevalgono micascisti granatiferi più o meno gneissici, gneiss albitici e gneiss ad anfibolo, ai quali si accompagnano abbondanti ofioliti antiche e limitate intercalazioni di marmi pretriassici.

Fra le molteplici caratteristiche strutturali che contraddistinguono questi terreni scistoso-cristallini, emerge, come aspetto più significativo e nello stesso tempo comune alla maggior parte dei tipi litologici, l'evidente sovrapposizione di due distinti processi metamorfici. Non vi sono dubbi che la fase più recente, alla cui azione è imputabile la struttura metamorfica prevalente in queste rocce, sia di età alpina; essa si è sviluppata, almeno nelle sue manifestazioni conclusive, in un periodo successivo alla presa di posizione della sovrastante falda dei calcescisti con pietre verdi ed al processo di raddrizzamento e di arricciatura della zona dorso-radiale. Una più antica fase metamorfica è segnalata, negli gneiss e negli scisti del versante meridionale del Monte Rosa, da associazioni mineralogiche relitte nelle quali compare sporadicamente il microclino; quale ipotesi di lavoro, si ritiene che essa sia geneticamente riferibile all'azione del metamorfismo ercinico o di processi ancora più antichi.

Zusammenfassung. — Seit einigen Jahren habe ich die ausführliche geologische Aufnahme des Südhangs von Monte Rosa, im Gebiet zwischen dem Sesia-Tal und dem Ayas-Tal (Piemont) unternommen. Die Untersuchung betrifft die Monte Rosa-Decke, sowie den nördlichen Teil des Sesia-Lanzo-Zone und die dazwischenliegende ophiolitische Decke. In der vorliegenden Arbeit werden nur die Paragesteine der Monte Rosa-Decke mit vorwiegend alpiner Metamorphose einleitend beschrie-

(1) Il presente lavoro appartiene al ciclo delle indagini sulle formazioni cristalline della catena alpina, già intraprese alcuni anni fa sotto gli auspici del CNR e del CNRN e comprese ora nel programma del « *Centro Nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi* » del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Sezione VI, Torino, in collaborazione con le Sezioni I e II, Padova).

ben, die zwischen dem Sesia-Tal und dem Gressoney-Tal anstehen; ausserdem ganz kurz die vortriadischen Ophioliten, und die seltenen Einlagerungen von alten Karbonatgesteinen. In diesem Gebiet sind unter den obgenannten Gesteinen mehr oder weniger gneisartige Granat-glimmerschiefer, sowie Albit- und Amphibolgneise vorwiegend; die beiden letzten sind fast immer durch den porphyroblastischen Habitus des Natronfeldspates gekennzeichnet. Unter den vortriadischen Ophioliten treten ausser verschiedenartigen Amphiboliten auch Eklogiten auf. Unter den vielfältigen mineralogischen Merkmalen dieser Kristallingesteine geht, als bedeutendste und zugleich den meisten Gesteintypen gemeinsame Erscheinung, die klare Ueberprägung von zwei verschiedenen metamorphischen Vorgängen hervor. Die letzte Phase, in der die vorwiegende metamorphische Ausbildung entstand, ist ohne Zweifel alpin. Wenigstens in seinen Schlusserscheinungen hat sie sich in einer Zeit entwickelt, die der Ueberschiebung der Ophiolitischecke sowie der Steilstellung und Einfaltung des Rück-Wurzelzone folgte. In den Gneisen und Schiefnern des Monte Rosa-Südhangs ist die älteste metamorphische Phase durch reliktsche Mineralien hervorgehoben, in denen selten Mikroklin auftritt; nach einer ersten Annahme ist sie genetisch zur erzinischen Metamorphose oder zu noch älteren Vorgängen zurückzuführen.

Introduzione

In una precedente nota [23] sono state esposte in modo succinto alcune osservazioni sulle caratteristiche geologiche e petrografiche generali della zona compresa tra l'alta Valsesia e la Valle d' Ayas (versante meridionale del Monte Rosa).

La regione è costituita da tre grandi unità strutturali: il ricoprimento medio-pennidico del Monte Rosa (Falda Mischabel *p. p.* di STAUB), la sovrastante formazione mesozoica dei calcescisti con ofioliti di Alagna-Gressoney e la zona Sesia-Val di Lanzo, radice del ricoprimento pennidico superiore della Dent Blanche.

Un fondamentale contributo alla conoscenza del Cristallino antico del Monte Rosa è fornito da P. BEARTH nella magnifica memoria *Geologie und Petrographie des Monte Rosa* [7] a illustrazione dei *Fogli Zermatt, Saas e Monte Moro* [a] dell' Atlante Geologico della Svizzera alla scala 1:25 000. A coronamento di lunghe ricerche di dettaglio, svolte in territorio elvetico e sul versante ossolano del massiccio, l'insigne studioso di Basilea individuò e descrisse una notevole varietà di tipi litologici che si possono tuttavia ricondurre ai seguenti tre complessi fondamentali:

- rocce a metamorfismo pregranitico
- rocce a metamorfismo postgranitico
- ortogneiss

Il primo gruppo comprende facies polimetamorfiche di prevalente origine sedimentaria. L'associazione mineralogica, le cui complesse caratteristiche strutturali di grado meso-catazonale risalgono all'azione di antichi cicli orogenetici, non subì, successivamente alla fase magmatica tardoercinica, sostanziali modificazioni ad opera del processo cristalloblastico alpino. In molti casi, gli originari rapporti intrusivi sono ancora perfettamente conservati. Predominano paragneiss biotitico-granatifero-sillimanitici, cui si accompagnano, in quantità variabile, paragneiss zonati, scisti muscovitico-granatiferi di vario tipo, metascisti ecc. I tipi litologici pregranitici affiorano in prevalenza nella parte orientale e centrale del massiccio; sul versante meridionale del Monte Rosa hanno invece una diffusione limitata in relazione ai fenomeni di intensa deformazione meccanica e di rigenerazione metamorfica alpina che agirono con particolare intensità in questa parte dorso-radiale del ricoprimento.

Le rocce del complesso a metamorfismo postgranitico si contraddistinguono secondo BEARTH, per una chiara impronta metamorfica alpina. Tale constatazione è convalidata fra l'altro dalla perfetta concordanza fra le direzioni assiali delle grandi pieghe della falda e gli assi B relativi alla fase deformante che accompagnò il generale processo cristalloblastico.

L'acquisizione delle principali caratteristiche mineralogiche e strutturali risale quindi ad un periodo successivo alla fase magmatica tardoercinica. In questo complesso rientrano innanzitutto quelle rocce a metamorfismo pregranitico che subirono una profonda trasformazione durante il ciclo orogenetico alpino. Vi partecipano inoltre limitate percentuali di gneiss albitico-muscovitici che derivano dalla rigenerazione cristalloblastica di tipi granitoidi e pegmatitici intensamente tettonizzati ⁽¹⁾.

Resta infine da considerare l'eventualità che nella formazione a metamorfismo alpino possano rientrare rocce sedimentatesi in una fase successiva all'intrusione granitica. A tale proposito, il chiaro studioso di Basilea ritiene che, pur rimanendo possibile questa ipotesi, manchino tuttavia gli elementi per affermare con sicurezza l'esistenza nel Cri-

⁽¹⁾ Secondo P. BEARTH, queste rocce avrebbero un'origine analoga agli « scisti bianchi » dei Tauri descritti da H. P. CORNELIUS.

stallino antico del Monte Rosa di tipi litologici postercinici, escludendo il piccolo lembo permo-triassico del Gornergrat (Zermatt). Gneiss e scisti micaceo-granatiferi cui si associano abbondanti paragneiss micacei, caratterizzati dalla composizione albitica del plagioclasio e dal suo sviluppo spesso porfiroblastico, sono i tipi litologici più comuni. Ad essi si affiancano, in percentuale minore, numerose facies finemente zonate, micascisti cloritico-granatiferi, scisti a cloritoide e cianite, abbondanti ofioliti antiche e limitati affioramenti di marmi pretriassici. Queste rocce, apparentemente non collegate con la zona radicale, affiorano nella regione dello Stelli e dello Stockhorn, ma assumono la maggiore diffusione sul versante meridionale del Monte Rosa.

Gli ortogneiss granitici, il cui studio occupa un posto preminente nella memoria di P. BEARTH, costituiscono il terzo complesso litologico fondamentale della falda. In generale, la composizione chimica è abbastanza uniforme, prevalendo tipi granitoidi accompagnati da subordinate facies granodioritiche ed aplitiche. Le variazioni nella struttura sono invece assai più sensibili.

Sul versante meridionale del massiccio gli ortogneiss sialici sono relativamente abbondanti solo alla testata della Valsesia e compaiono sporadicamente nelle alte valli del Lys e dell'Evançon. Affiorano inoltre con particolare diffusione nella parte centro-orientale del ricoprimento ed in tutta la zona di radice.

Il tipo litologico prevalente è un ortogneiss granitico a due miche che assume spesso una vistosa facies ghiandolare per la presenza di grossi cristalli di feldispato potassico, frequentemente geminati secondo la legge Carlsbad; essi sono in genere fratturati e conseguentemente risanati da una matrice quarzoso-feldispatica di probabile età alpina. L'ortogneiss ghiandone affiora in prevalenza nell'infrastruttura del ricoprimento e nella sua zona radicale (1).

Composizione granitica, aplitica o intermedia hanno invece i numerosi corpi intrusivi che in forma di apofisi irregolari o di filoni, sia concordanti che discordanti, intersecano le rocce parametamorfiche della sovrastruttura.

(1) Ho potuto tuttavia rinvenire alcuni filoni-strato a tessitura ghiandolare anche nella parte superiore della falda, sia lungo la parete Sud della Parrot che nel tratto compreso tra l'Hochlicht ed il ghiacciaio del Garstelet.

Da alcuni anni sto eseguendo il rilevamento di dettaglio del versante meridionale del Monte Rosa, tra le valli della Sesia e dell'Évançon, allo scopo di completare, per il settore italiano, lo studio di questo ricoprimento medio-pennidico. La carta geologica, in corso di elaborazione, si estende alla parte più settentrionale della zona Sesia-Lanzo, comprendendo l'interposta formazione mesozoica dei calcescisti con pietre verdi di Alagna-Gressoney-S. Jacques.

In questo lavoro saranno descritte le rocce scistoso-cristalline di origine sedimentaria a prevalente impronta metamorfica alpina del versante meridionale del Monte Rosa, con particolare riguardo ai tipi litologici che affiorano, a settentrione del Col d'Olen, lungo la grande cresta spartiacque che separa la Valsesia dalla Valle del Lys. Nella regione, il cui accesso sarà fra breve agevolato dalla costruzione di una funivia, predominano paraderivati metamorfici di grado epi-mesozoico che contengono numerosi *boudins* di ofioliti pretriassiche e limitate intercalazioni di ortogneiss sialici. Nell'alto bacino del Lys si rinvenivano alcune bancate di marmi antichi.

Non verranno per ora presi in considerazione gli ortogneiss granitici dell'infrastruttura, le estese manifestazioni filoniane e le rocce ad alto metamorfismo del gruppo pregranitico; questi argomenti verranno trattati in successive note preliminari unitamente alle caratteristiche principali della falda dei calcescisti con pietre verdi e della zona Sesia-Lanzo, in attesa di poter riprendere, completare e sintetizzare lo studio di queste tre grandi unità strutturali in una memoria conclusiva.

COMPLESSO A PREVALENTE METAMORFISMO ALPINO DEL VERSANTE MERIDIONALE DEL MONTE ROSA

Micascisti e paragneiss micaceo-granatiferi.

Micascisti e paragneiss micaceo-granatiferi sono molto diffusi sul versante meridionale del Monte Rosa. Si caratterizzano macroscopicamente per la grande abbondanza di mica bianca e di un granato rossastro, talora a regolare abito rombododecaedrico; la prima conferisce alla roccia, specie sulle superfici di scistosità, riflessi argentei, il secondo un aspetto nodulare. Il naturale colore grigio chiaro è talora sostanzialmente modificato dalla presenza di diffuse patine d'alterazione superficiale bruno-giallognole o rossastre.

La frazione sialica è costituita da quarzo e da un feldispato in gran prevalenza a composizione albitica in percentuali sensibilmente variabili. Nei micascisti il plagioclasio è assente o in quantità accessoria; nei tipi gneissici risulta invece assai più abbondante, pur non assumendo in genere quel vistoso sviluppo porfiroblastico che è peculiare di alcuni paragneiss micaceo-granatiferi ad anfibolo e degli gneiss albitici.

Limitatamente alle facies affioranti nella regione Col d'Olen-Piramide Vincent, si riscontra un secondo carattere distintivo connesso ad una lieve variazione del grado metamorfico; i micascisti sembrerebbero possedere in prevalenza un'impronta di mesozona elevata, epi-mesozonale gli gneiss.

Queste piccole differenze non permettono tuttavia una sicura separazione sul terreno dei micascisti granatiferi dalle analoghe facies più ricche di feldispato.

E' frequente una disposizione zonata dei costituenti mineralogici per l'alternanza di minuti letti micaceo-granatiferi e di letti prevalentemente quarzosi.

La tessitura è sempre marcatamente scistosa, in genere ondulata, talora fittamente pieghettata. L'associazione mineralogica fondamentale è costituita da quarzo, granato e mica bianca (muscovite e fengite) e, in percentuali sensibilmente variabili, da feldispato, biotite e clorite. In quantità accessoria sono comuni ed abbondanti: apatite, titanite e minerali opachi, ai quali sovente si uniscono epidoti, zoisite, rutilo, sericite, zircone ecc.

Il granato si sviluppa in individui di dimensioni assai variabili, che risalgono nella maggioranza dei casi a due distinte generazioni. La prima si riferisce ad elementi minuti, molto deformati e spesso scheletrici, incolori o con lievi sfumature verdognole su di un fondo torbido, privi d'inclusi e spesso stirati nel senso della scistosità. La seconda, più recente, è costituita da granoblasti maggiormente sviluppati, di colore debolmente rosato, ricchi di svariate inclusioni talora a disposizione elicica (Tav. IV, Fig. 2). Numerose sono le fratture lungo le quali si sviluppano rari processi di trasformazione retrograda in clorite; in altri casi esse sono risanate da una matrice quarzoso-micacea. Il granato più recente è alpino, mentre quello di prima generazione risale presumibilmente a processi metamorfici più antichi.

Tutti i micascisti granatiferi e le analoghe facies contenenti feldispato, si caratterizzano per un'elevata percentuale di mica bianca (muscovite e fengite). Essa cristallizza in lamine fresche, spesso di grandi dimensioni, sia regolarmente allineate nei piani di scistosità che prive di un'orientazione comune. In prevalenza si sviluppa con caratteristiche paratettoniche; in molti casi tuttavia una parte delle lamelle micacee protrae il proprio accrescimento oltre la fine della

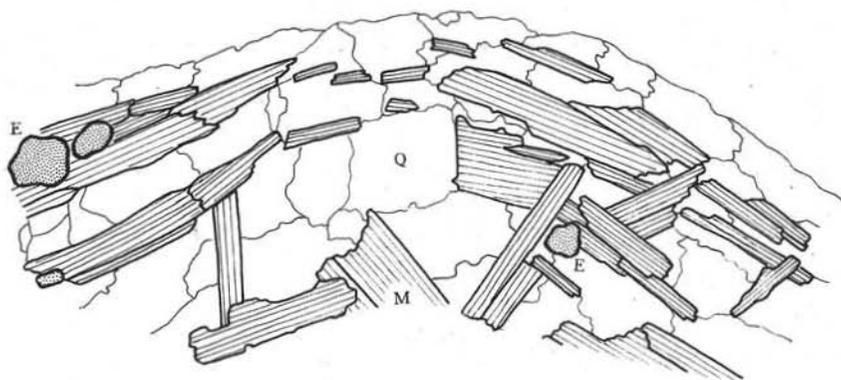


Fig. 1. — Spalla a settentrione dello Stolemberg lungo la cresta Col d' Olen-Piramide Vincent. Letto quarzoso-muscovitico ad epidoto di un micascisto granatifero irregolarmente zonato; la fase alpina di accrescimento metamorfico della muscovite (M) si sviluppa con caratteristiche da para a posttettoniche. Altri minerali: quarzo (Q), epidoto (E). Ingr. 31.

fase deformante. In forma microlitica ed in quantità limitata la muscovite è spesso inclusa nel granato di seconda generazione, rappresentando in questo caso un probabile relitto strutturale.

La biotite ha una diffusione assai variabile; abituale come componente accessorio, rientra talora fra i costituenti mineralogici fondamentali dei micascisti e degli gneiss granatiferi, pur non raggiungendo in genere la percentuale della mica bianca. Si sviluppa in regolari lamelle di piccole dimensioni orientate secondo la scistosità generale o in scie a contorni molto sfumati. La biotite, i cui normali colori di pleocroismo raggiungono toni bruno-rossastri, assume frequenti sfumature verdognole ed è spesso parzialmente o totalmente trasformata in clorite ad opera di una fase metamorfica di carattere retrogrado. Se una parte della clorite deriva quindi dalla trasformazione della mica fer-

riferita e in certi casi del granato, numerose lamelle, con aspetto fresco ed orientazione indipendente dalla scistosità generale, sembrano tuttavia possedere una genesi autonoma e relativamente recente, all'incirca parallela al parziale accrescimento con caratteristiche posttettoniche della mica bianca. La percentuale di clorite contenuta in questi tipi litologici parrebbe aumentare sensibilmente in prossimità del grande contatto tettonico fra i terreni cristallini del Monte Rosa e le sovrastanti pietre verdi mesozoiche della sinclinale di Alagna-Gressoney (base del Corno del Camoscio, Passo dei Salati, Colle delle Pisse, ecc.). La trasformazione retrometamorfica della biotite e del granato in clorite potrebbe quindi geneticamente collegarsi con le forti azioni meccaniche che si svilupparono con particolare intensità in questo settore del massiccio.

Gli individui quarzosi, in gran parte rigenerati ad opera dell'accrescimento metamorfico alpino, rientrano in percentuali molto elevate nell'associazione mineralogica fondamentale. In qualche caso tuttavia, alcune minute associazioni granoblastiche denotano le tracce di un'intensa ed anteriore cataclasi non totalmente risanata dalla successiva fase cristalloblastica.

Il plagioclasio, del tutto assente o in percentuale accessoria nei micascisti granatiferi, compare fra i costituenti essenziali delle facies gneissiche, nelle quali non assume tuttavia una particolare diffusione. La composizione abituale delle miscele è albitica.

Lo sviluppo del feldispato risale in parte alla fase di rigenerazione metamorfica con caratteristiche sintettoniche del quarzo e delle miche. Non mancano tuttavia minuti individui di aspetto torbido e con forti deformazioni posteristalline i quali, unitamente al quarzo cataclastico, al granato di prima generazione e a parte della biotite, sembrerebbero costituire i relitti di una più antica struttura metamorfica (Passo dei Salati, cresta a settentrione dello Stolemberg).

Al Colle delle Pisse affiora un micascisto gneissico muscovitico granatifero a biotite, epidoto e clorite, particolarmente ricco di tormalina. Questo minerale, abbastanza frequente anche in seno ad altri paraderivati metamorfici del versante meridionale del massiccio, ma raramente in tale percentuale, invade con i suoi piccoli cristalli prismatici alcuni letti della roccia seguendone regolarmente le pieghe, ma con una certa autonomia di cristallizzazione specie rispetto alle miche, in

genere rigorosamente orientate. La tormalina, rigenerata dalla cristalloblastesi alpina, ha un marcato pleocroismo dall'incolore al giallo olivastro. La sua genesi, pur non escludendo che possa riferirsi alla ricristallizzazione di antichi elementi dell'originario sedimento, potrebbe essere posta in relazione con la presenza di sottili e concordanti vene pegmatitiche che affiorano nella zona del Colle delle Pisse. Non si può tuttavia stabilire se tale iniezione risalga al ciclo magmatico ercinico o a manifestazioni più antiche.

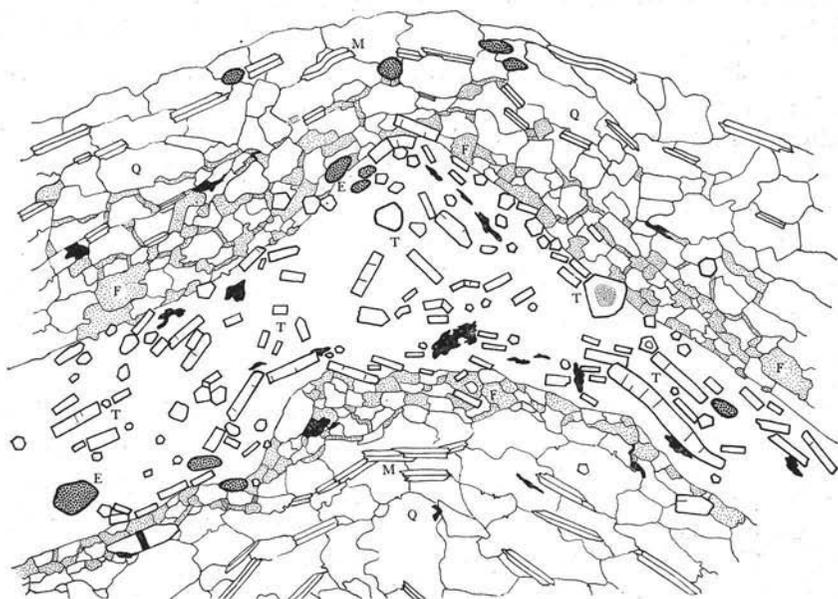


Fig. 2. — Colle delle Pisse (cresta Col d'Olen-Piramide Vincent). Mica-schisto gneissico-granatifero a clorite ed epidoto, con letti, privi di granato, ad abbondante tormalina. L'accrescimento metamorfico della tormalina (T), prevalentemente sintettonico, è in parte posteriore alla deformazione principale alla quale si deve il rigido allineamento delle miche (M). Il quarzo (Q) risale presumibilmente a due distinte generazioni: la più recente si riferisce ai granoblasti di maggiori dimensioni e d'aspetto fresco, la più antica ad individui minori associati ad un plagioclasio acido (F) parzialmente alterato, coinvolti entrambi in una deformazione cataclastica solo parzialmente risanata dalla successiva fase di ricristallizzazione metamorfica. Altri minerali: epidoto (E), minerali opachi (nero pieno). Ingr. 35.

Lungo la parete che sovrasta il lato sinistro della lingua glaciale del Lys, ho rinvenuto un micascisto muscovitico granatifero a clorite contenente cloritoide in freschi porfiroblasti di grandi dimensioni. Regolarmente geminati essi hanno una tinta azzurrognola appena percettibile e sono ricchi di inclusioni microlitiche di granato di prima generazione, quarzo, clorite, mica bianca, apatite e minerali opachi, in genere ben orientati.

Appare presumibile che la genesi del cloritoide occupi, nella fase di accrescimento metamorfico alpino, un ruolo relativamente recente, anteriore tuttavia ad una debole deformazione di carattere posteristallino (1).

In alcuni casi i micascisti granatiferi hanno una certa analogia con le facies muscovitico-granatifere prive di sillimanite che ho raccolto nella zona della Punta Zumstein, tipi litologici già descritti da P. BEARTH ed inquadrati nel complesso ad impronta metamorfica pregranitica.

Nei pressi del Rifugio Gnifetti, queste rocce sono tuttavia associate a termini manifestamente alpini nei quali abbondano porfiroblasti albitici di genesi relativamente tardiva; la loro appartenenza al complesso litologico a metamorfismo postgranitico risulta, per tale motivo, assai probabile.

I micascisti e gli gneiss micaceo-granatiferi che affiorano lungo la cresta Col d'Olen-Piramide Vincent e nelle zone circostanti, hanno subito con evidenza i processi rigenerativi del ciclo metamorfico alpino specie per quanto riguarda la cristallizzazione della mica bianca, della clorite, del quarzo e di una parte della biotite e del granato. Sono tuttavia presenti alcuni relitti strutturali che risalgono ad associazioni mineralogiche presumibilmente prealpine, a testimonianza della natura polimetamorfica di queste rocce.

Una debole deformazione meccanica di carattere posteristallino rispetto a tutti i componenti mineralogici rappresenta sovente l'ultimo atto apprezzabile nell'evoluzione strutturale dei micascisti e degli gneiss granatiferi.

(1) In un paragneiss muscovitico-granatifero-cloritico ad anfibolo affiorante lungo la cresta a settentrione dello Stolemborg, ho rinvenuto alcuni microliti di cloritoide inclusi nei vistosi granati di seconda generazione. Il cloritoide manifesta, in questo caso, un pleocroismo più sensibile.

Paragneiss albitici micaceo-granatiferi ad anfibolo

I paragneiss albitici micaceo-granatiferi ad anfibolo, con percentuali variabili di clorite ed epidoto, costituiscono un caratteristico tipo litologico abbastanza diffuso fra le rocce ad impronta metamorfica prevalentemente alpina del ricoprimento del Monte Rosa. Furono descritti per la prima volta da BEARTH, che li individuò solamente in tre località del massiccio: allo Stockhorn, al Passo d'Antrona e nei pressi della Capanna Quintino Sella. Lo studioso svizzero formulò **tuttavia** l'ipotesi che queste rocce, macroscopicamente molto simili ad alcuni tipi di micascisti gneissico-granatiferi e di paragneiss albitici, potessero essere assai più frequenti di quanto sembrasse, ipotesi che si è rivelata del tutto fondata.

In questi anni ho potuto infatti rinvenire numerosi paragneiss ad anfibolo in varie parti del versante meridionale del Monte Rosa, specie fra l'alta Valsesia e lo spartiacque di destra della Valle di Gressoney; con passaggi sfumati, essi si intercalano ripetutamente sia nel complesso dei micascisti granatiferi più o meno gneissici precedentemente descritti, sia soprattutto in seno ai paragneiss albitici che si caratterizzano per uno sviluppo porfiroblastico dell'albite.

Dal punto di vista strutturale sono tuttavia assai più simili ai secondi, dai quali si differenziano, oltre che per la presenza dell'anfibolo, unicamente per una maggior quantità di termini granatiferi; comune è infatti il vistoso accrescimento cristallino del feldspato sodico di genesi relativamente tardiva e l'esistenza di caratteristiche associazioni mineralogiche relitte, riferibili a più antiche fasi metamorfiche.

I paragneiss albitici micaceo-granatiferi ad anfibolo hanno una tessitura scistosa in genere ben marcata; frequenti sono i fenomeni di ondulazione e di fitta pieghettatura. Di naturale colore grigio argenteo, appaiono spesso chiazzati superficialmente da patine giallognole o bruno-rossastre per la presenza di diffusi prodotti d'alterazione.

Mica bianca (muscovite e fengite), granato, albite e quarzo partecipano in abbondanza all'associazione mineralogica essenziale, unitamente a percentuali variabili di anfibolo, clorite, biotite, epidoto, carbonato e tormalina; anfibolo e clorite sono abituali, biotite ed epidoto abbastanza frequenti, calcite e tormalina del tutto sporadici. In quantità accessoria si riscontrano comunemente: epidoti in miscele a com-

posizione variabile, apatite, rutilo, titanite, ilmenite ed altri minerali opachi.

L'anfibolo che caratterizza questo gruppo litologico a prevalente impronta metamorfica alpina, è rappresentato in genere da orneblenda verde - azzurra; in certi casi corrisponde tuttavia a tipi orneblendici normali o a minuti termini attinolitici. Esso si sviluppa in individui di dimensioni prevalentemente modeste; il riconoscimento macroscopico del minerale è in molti casi impossibile.

L'analisi dei rapporti che intercorrono fra la genesi dell'anfibolo e la fase di ricristallizzazione metamorfica alpina consentirebbe una suddivisione di questi tipi litologici in due distinte categorie. Nella prima l'orneblenda compare unicamente sotto forma di relitti strutturali conservati per la maggior parte all'interno dei grandi porfiroblasti albitici, come si può osservare nelle rocce che affiorano sulla cresta a settentrione dello Stolemberg, alla Punta Vittoria, lungo lo sperone che suddivide la fronte del ghiacciaio d'Indren, ecc. In qualche caso l'anfibolo, unitamente a percentuali variabili di feldispasto, quarzo, miche, clorite ed epidoto, è in parte coinvolto nella fase alpina di accrescimento metamorfico che si sviluppa con caratteristiche da para a posttettoniche rispetto alla principale deformazione meccanica.

I tipi litologici con orneblenda parzialmente rigenerata affiorano in varie parti del versante meridionale del Monte Rosa. Limitatamente alla cresta Col d'Olen-Piramide Vincent ed alle zone adiacenti, ne ho rinvenuto la presenza al Colle delle Pisse, lungo le tracce di sentiero che dal Pianoro di Cimalegna discendono in Valle di Bors e nella valle omonima sia alla testata che nei pressi del cunicolo di prospezione mineraria situato tra quota 2564 e quota 2527, ove gli gneiss hanno una cristallinità particolarmente elevata e si caratterizzano per il regolare abito rombododecaedrico del granato le cui dimensioni superano talora il centimetro.

Fra i costituenti essenziali dei paragneiss micaceo-granatiferi ad anfibolo, il feldispato occupa un posto di particolare interesse. Con generali caratteristiche da para a posttettoniche, il plagioclasio si sviluppa in vistosi porfiroblasti a composizione albitica di genesi recente, relativamente almeno ad una gran parte degli altri minerali. In rari casi, come ad esempio nell'alta Valle di Bors, presenta un'irregolare e marginale zonatura invertita con passaggio alla periferia verso miscele di tipo oligoclasico.

I porfiroblasti feldispatici contengono abitualmente numerose inclusioni microlitiche di quarzo, granato, miche, clorite, anfibolo, carbonato, titanite e, talora, di un più antico plagioclasio spesso fortemente sericitizzato (Punta Vittoria). Seppure discordanti rispetto alla scistosità alpina, gli inclusi risultano in molti casi regolarmente orientati fra loro a costituire i relitti di una più antica facies metamorfica minutamente scistosa, fissata e conservata entro i porfiroblasti albitici.

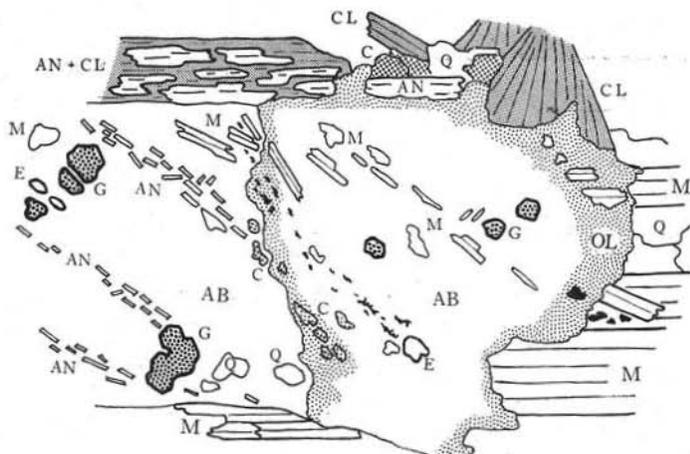


Fig. 3. — Alta Valle di Bors, imboeco di un vecchio cunicolo di prospezione mineraria localizzato fra le quote 2564 e 2527. Paragneiss albitico-granatifero a muscovite, clorite e anfibolo. I grandi porfiroblasti albitici (AB), talora con marginale zonatura invertita (OL), contengono numerose inclusioni di quarzo (Q), granato (G), mica bianca (M), anfibolo aciculare (AN), epidoto (E), carbonato (C) e di minerali opachi (nero pieno); questi inclusi, in prevalenza orientati, ma discordanti rispetto alla scistosità generale della roccia, costituiscono i relitti di una antica struttura metamorfica prealbitica. Nel tessuto di fondo si osserva inoltre una duplice generazione di clorite (CL); essa sostituisce pseudomorficamente l'orneblenda situata al bordo dei porfiroblasti feldispatici; in altri casi ha genesi autonoma sviluppandosi, con caratteristiche posttettoniche, in lamine variamente orientate. Ingr. 26.

I granoblasti quarzosi risultano in maggioranza ricristallizzati. Essi si concentrano talora in sottili letti, conferendo alla roccia un aspetto minutamente listato.

La percentuale della mica bianca (muscovite e fengite) è in genere sensibile, ma nettamente subordinata a quella dei micascisti e

degli gneiss granatiferi precedentemente descritti. Le lamelle sono disposte in parte alla periferia degli « occhi » albitici ed il loro accrescimento ha caratteristiche sovente paratettoniche. Una distinzione cronologica nella genesi della muscovite e della fengite non appare possibile: entrambi i minerali sembrano partecipare infatti sia all'antica associazione strutturale che alla successiva fase alpina di accrescimento metamorfico.

La biotite rientra abitualmente fra i costituenti dell'associazione mineralogica fondamentale, ma in percentuali molto variabili. In qualche caso essa risale a due distinte generazioni: la prima costituita da scie sfumate, relitti di una precedente fase metamorfica; la seconda, in freschi lepidoblasti di evidente rigenerazione, protrae talora il proprio accrescimento oltre alla fase di deformazione meccanica e di ricristallizzazione del feldispato sodico, assumendo orientazioni del tutto indipendenti.

Anche la clorite denota sovente una duplice generazione; in parte deriva dall'anfibolo e dalla biotite per un processo metamorfico di carattere retrogrado, in parte ha sviluppo autonomo cristallizzando in lamine variamente orientate, discordanti rispetto alla scistosità generale.

Negli gneiss ad anfibolo del versante meridionale del Monte Rosa il granato è per lo più abbondante. Prevalgono granoblasti d'aspetto scheletrico, tipici relitti strutturali, cui si associano tuttavia individui maggiori, il cui ulteriore accrescimento risale al processo alpino di rigenerazione metamorfica. Frequenti sono le fratture, spesso risanate da un aggregato microblastico quarzoso-micaceo, rare invece le trasformazioni retrograde in clorite.

Sul versante destro dell'alta Valle di Bors, al di sotto del pianoro di Cimalegna, si osserva un paragneiss albitico-fengitico-granatifero-cloritico ad anfibolo e biotite che si caratterizza per un'alta percentuale di tormalina; essa cristallizza in grossi ed isolati individui fortemente fratturati e ricchi di piccoli inclusi di granato.

Lungo il sentiero che dalla Capanna Quintino Sella discende verso Gressoney ho rinvenuto, tra quota 3519 e quota 3490, uno gneiss anfibolico a due miche di colore grigio chiaro, ricco di albite a sviluppo porfiroblastico e con elevate percentuali di microclino.

Il feldispato potassico presenta un aspetto abbastanza fresco, anche se risulta irregolarmente chiazzato da minute dispersioni terrose di

probabile natura caolinica; in forma microlitica o in sottilissimi nastri talora ripiegati è inoltre incluso nei maggiori porfiroblasti albitici, evidente relitto di una precedente struttura metamorfica. Nel tessuto di fondo, ove è presente in individui discretamente sviluppati che si concentrano sovente in letti minuti, parrebbe tuttavia aver subito una parziale rigenerazione alpina.

Questo caratteristico tipo litologico ha in comune con il gruppo dei paragneiss albitici ad anfibolo lo sviluppo porfiroblastico del feldispato sodico ed altri motivi strutturali; si discosta invece per la presenza di elevate percentuali di microclino e per la mancanza di termini granatiferi.

Gli gneiss micaceo-granatiferi ad anfibolo che affiorano sul versante meridionale del Monte Rosa sono rocce presumibilmente polimetamorfiche. Frequenti relitti strutturali spesso isorientati, rivelano la esistenza di una più antica associazione metamorfica alla quale si sovrappose la successiva fase di rigenerazione cristalloblastica alpina che, coinvolgendo la maggioranza dei costituenti mineralogici, si sviluppò a grandi linee contemporaneamente alla deformazione principale.

In molti casi, esaurita l'azione meccanica e conclusa la cristallizzazione dei porfiroblasti feldispatici, le miche, la clorite e talora altri minerali protrassero in parte il loro accrescimento, sviluppandosi in individui rigidi, discordanti rispetto alla scistosità generale.

Limitate percentuali di relitti anfibolici sono stati rinvenuti in un micascisto granatifero a clorite ed albite raccolto a circa quota 3000 lungo il sentiero che da Gressoney conduce al Rifugio Gnifetti (zona ove sorgeva la vecchia Capanna Linty, ora diroccata). Dal punto di vista strutturale, questa roccia, per la mancanza di uno sviluppo porfiroblastico del feldispato sodico, rientra nel gruppo litologico dei micascisti, talora debolmente gneissici, descritto in precedenza.

Paragneiss albitici

I paragneiss albitici sono particolarmente diffusi sul versante meridionale del M. Rosa e costituiscono, nelle loro molteplici varietà, uno dei gruppi litologici ad impronta metamorfica alpina più caratteristici. Affiorano inoltre nella parte superiore della « cupola » di Arcesa (media Valle d' Ayas), al di sopra degli ortogneiss ghiandolari.

Albite, quarzo, mica bianca e biotite rientrano abitualmente nell'associazione mineralogica fondamentale in rapporti quantitativi variabili; ad essi si associano con frequenza clorite, epidoto, granato e, sporadicamente, carbonati ed altri minerali di minor importanza.

Al variare dei rapporti quantitativi fra i costituenti mineralogici essenziali, si originano tipi litologici diversi, che tuttavia rientrano strettamente in un medesimo quadro petrogenetico per l'analogia dei caratteri metamorfici e strutturali. L'elevata percentuale di feldispato sodico a sviluppo porfiroblastico e di geni relativamente tardiva è l'elemento distintivo inequivocabile di tutti i paragneiss albitici.

L'abbondanza di relitti strutturali rappresenta un secondo aspetto caratteristico. Inclusi nei grandi porfiroblasti feldispatici, ove assumono sovente orientazioni concordi, o compresi talora nel tessuto di fondo, essi rivelano l'esistenza di una più antica associazione mineralogica di grado metamorfico spesso leggermente superiore a quello attuale, comprovando la probabile natura polimetamorfica degli gneiss albitici. La tessitura preesistente venne in gran parte obliterata da un successivo processo di rigenerazione cristalloblastica contraddistinto da un vistoso accrescimento del feldispato sodico. Questa fase metamorfica, riferibile al ciclo orogenetico alpino, si sviluppò a cavallo di un'intensa fase dinamica che produsse l'orientazione in piani paralleli della maggioranza degli elementi lamellari (miche e cloriti), del quarzo e di una parte dei grandi individui lenticolari di albite. Esauritasi l'azione deformante e la cristallizzazione dei porfiroblasti feldispatici, la clorite e le miche protrassero in parte il loro accrescimento sviluppandosi in lepidoblasti, freschi e rigidi, con orientazioni autonome rispetto alla scistosità generale.

Gli gneiss albitici, i cui motivi strutturali risultano strettamente analoghi a quelli degli gneiss micaceo-granatiferi ad anfibolo, si contraddistinguono all'esame macroscopico per il colore grigio chiaro, spesso mascherato da frequenti patine giallognole o rossastre d'alterazione superficiale. La tessitura è scistosa, talora fittamente pieghettata, mentre la struttura, a prevalente carattere eteroblastico, è spesso microocchiadina per il particolare sviluppo dei porfiroblasti feldispatici, ben visibili in molti casi ad occhio nudo.

Una fitta e ripetuta alternanza di sottili letti prevalentemente micacei e di letti sialici determina, non di rado, una minuta e sfumata zonatura.

Il feldispato è il componente mineralogico più caratteristico di queste rocce. Molto abbondante, si sviluppa in grosse plaghe che assumono sovente una regolare forma ellittica o rotondeggiante; esse sono costituite sia da un singolo cristallo sia da associazioni granoblastiche di più individui. Dal punto di vista genetico e strutturale, il feldispato è del tutto analogo a quello contenuto nei paragneiss micaceo-granatiferi ad anfibolo; è infatti comunemente farcito di inclusioni microlitiche, isoorientate nell'ambito di un singolo ospite, ma discordanti tuttavia rispetto alla scistosità alpina. In gran prevalenza ha composizione albitica, ma nell'alta Valle di Bors si riscontra la caratteristica zonatura marginale invertita, già segnalata da BEARTH [7] in altre località del massiccio, con passaggio alla periferia verso miscele lievemente più calciche ⁽¹⁾.

Al Passo dei Salati sotto la fronte del ghiacciaio di Bors ed in altre località, gli gneiss albitici contengono nella matrice di fondo un feldispato acido presumibilmente prealpino, d'aspetto torbido per prodotti d'alterazione caolinico-sericitici; esso è costituito da individui minutamente macinati i quali, assieme a quarzo ed a minerali lamellari, testimoniano l'esistenza di un'antica deformazione di tipo cataclastico non totalmente risanata dalla successiva rigenerazione metamorfica.

Le miche sono abbondanti, ma in percentuali molto variabili; la muscovite (o fengite) è in genere più abbondante della biotite, ma in qualche caso i rapporti quantitativi si invertono (alta Valle di Bors).

La mica bianca si sviluppa in lamine fresche spesso ondulate o arricciate. In altri casi segue regolarmente le pieghe con caratteristiche di accrescimento paratettonico. Talora infine, unitamente alla biotite, assume orientazioni autonome rispetto alla scistosità generale protraendo in parte il proprio sviluppo in una fase successiva all'esaurimento della deformazione meccanica.

La mica ferrifera costituisce inoltre il relitto di una precedente struttura metamorfica quando compare in inclusioni microlitiche entro il feldispato sodico o in scie molto sfumate nel tessuto di fondo.

⁽¹⁾ Lo stesso fenomeno è stato osservato da G. GATTO [31] nella parte alta della Valsesia. Allo stato attuale delle ricerche, il nucleo e la periferia dei plagioclasti con zonatura marginale invertita del versante meridionale del Monte Rosa non sembrano riferirsi a processi di accrescimento metamorfico cronologicamente separabili.

Gli gneiss albitici contengono percentuali moderate di clorite; essa attesta l'esistenza di una fase metamorfica di carattere retrogrado sviluppandosi, anteriormente all'accrescimento porfiroblastico del feldispato, a spese della biotite e, più raramente del granato e dell'anfibolo, forse originariamente assai più diffuso.

Una parte infine ha genesi autonoma e si sviluppa, con caratteristiche posttettoniche, in lepidoblasti rigidi ad orientazioni indipendenti.

In numerosi tipi litologici figurano termini epidotici in miscele prevalentemente poco ferrifere.

Unitamente ad altre facies ricche di feldispato sodico, gli gneiss albitici costituiscono sul versante meridionale del massiccio l'evidente congiunzione fra le due zone albitiche descritte da BEARTH [7], affiorante la prima in Valle Anzasca tra lo Stellihorn ed il Pizzo Bianco, la seconda individuata nella regione Castore-Capanna Q. Sella, al margine occidentale della falda di ricoprimento.

Gneiss sialici biancastri di tipo tabulare

Il grande complesso dei micascisti e dei paragneiss che affiorano sul versante meridionale del Monte Rosa comprende alcune limitate intercalazioni di facies sialiche; esse hanno un colore biancastro, talora mascherato da patine d'alterazione superficiale giallo-rossastre, grana molto minuta ed una facile suddivisibilità in lastre regolari. Nonostante una certa analogia macroscopica, queste rocce non sembrano possedere alcuna connessione genetica con i sottili corpi intrusivi concordanti a composizione aplitica.

In quantità assai subordinata, affiorano in varie zone del settore italiano del massiccio, specie nella parte dorso-radiale del ricoprimento ove costituiscono alcune sottili ed estese bancate.

Una delle più tipiche intercalazioni chiare affiora per lungo tratto, seppure con alcune interruzioni di natura tettonica (segmentazione ad opera di processi laminanti), dalla zona del Rifugio Vigevano al Passo dei Salati per proseguire quindi sul versante di Gressoney. E' associata agli gneiss micaceo-granatiferi che costituiscono il tipo litologico predominante, ed è localizzata nei pressi della zona di contatto meccanico con le sovrastanti anfiboliti mesozoiche del Corno del Camoscio. Un piccolo lembo affiora inoltre poco sotto la vetta dello Sto-

lemborg, sul suo versante settentrionale. Un campione raccolto nei pressi del Passo dei Salati corrisponde ad uno gneiss albitico-muscovitico-granatifero ad epidoto. La roccia fu colpita da una prima azione deformante prealbitica di forte intensità e con carattere cataclastico, alla quale successe una fase di ricristallizzazione con notevole accrescimento dei porfiroblasti feldispatici, della mica bianca e del quarzo. Il quadro strutturale si chiude con una debole e generale azione meccanica di carattere posteristallino, cui sfuggì l'accrescimento di una parte delle lamelle micacee. L'albite cristallizza in porfiroblasti moderatamente sviluppati, d'aspetto molto fresco e ricchi d'inclusioni svariate, relitti di una precedente struttura metamorfica. **Associato ed isorientato** con minuti fasci micacei, si osserva inoltre un secondo feldispato sodico di genesi presumibilmente più antica in subordinati granoblasti allungati di aspetto torbido per diffusi prodotti d'alterazione caolinico-sericitici.

Gneiss zonati

Nel ricoprimento del Monte Rosa affiorano frequenti intercalazioni di facies listate che si caratterizzano per una fitta e ripetuta alternanza di letti scuri e di letti più chiari a composizione prevalentemente sialica (quarzosi o quarzoso-feldispatici).

Una classificazione di queste rocce basata unicamente sul loro aspetto fisiografico risulta poco significativa in quanto esse presentano sensibili differenze nelle caratteristiche genetiche, metamorfiche e strutturali.

In alcuni gneiss appartenenti al complesso pregranitico, la zonatura è legata a fitte ed irregolari intercalazioni, per lo più concordanti, di un antico materiale pegmatitico di probabile natura metatettica; altre facies, ad impronta metamorfica sia alpina che più antica, riflettono invece l'originaria alternanza di composizione del sedimento da cui derivano. In certi casi la zonatura parrebbe presumibilmente riferirsi ad un processo su scala limitata di secrezione laterale degli elementi sialici lungo particolari orizzonti di forte deformazione a carattere laminante (differenziazione metamorfica di **ESKOLA**); un fenomeno del genere si osserva ad esempio in corrispondenza del contatto tettonico, spesso fortemente ricristallizzato, fra i tipi litologici del

Cristallino del Monte Rosa e le sovrastanti anfiboliti mesozoiche, lungo il versante orientale del Corno del Camoscio (Tav. II, Fig. 1).

Nelle Valli della Sesia, del Lys e dell'Évançon, gli gneiss listati affiorano in quantità subordinata e con una distribuzione molto irregolare. In alcuni casi sembrerebbero riferibili al complesso litologico a metamorfismo pregranitico, come ad esempio le facies zonate che s'incontrano lungo la parete meridionale del Lyskamm tra il Naso e la quota 4088, alla Parrot e forse al Balmenhorn.

In altri casi offrono grande analogia nella composizione mineralogica e nelle caratteristiche strutturali con i tipi gneissici a prevalente impronta metamorfica alpina ai quali sono strettamente associati. Dal punto di vista genetico questi ultimi sembrano per lo più corrispondere ad antichi depositi caratterizzati da una sedimentazione ritmica.

La zonatura non è legata esclusivamente alla presenza di fitte intercalazioni di sottili letti sialici. In certi casi, come ad esempio in alcune rocce listate affioranti a Nord dello Stolemberg, essa è in relazione con la ripetuta alternanza di scisti muscovitici a epidoto e biotite di colore molto scuro, paragneiss fengitici epidotico-biotitici e paragneiss albitici epidotico-granatiferi a due miche con tinta assai più chiara.

La composizione mineralogica e le caratteristiche strutturali dei paragneiss zonati che affiorano lungo la cresta Col d'Olen-Piramide Vincent e sui versanti limitrofi sono in genere strettamente analoghe a quelle dei complessi litologici già descritti, cui di volta in volta sono intimamente associati.

Le ofioliti antiche

Numerose ofioliti antiche sono intercalate nei terreni cristallini a prevalente impronta metamorfica alpina del settore meridionale del Monte Rosa. Prevalgono i tipi anfibolitici, sovente ricchi di granato, a cui si associano facies eclogitiche e termini ad albite ed epidoto.

Con forma lenticolare e dimensioni molto variabili, le rocce verdi pretriassiche costituiscono in certi casi affioramenti isolati ed irregolarmente distribuiti, specie nell'ambito dei micascisti e dei paragneiss micaceo-granatiferi; le ofioliti antiche si localizzano tuttavia con maggior frequenza in orizzonti caratteristici ove, associate a prevalenti

gneiss albitici di colore chiaro, assumono talora una diffusione straordinaria tanto da costituire un complesso litologico ben definito.

Una di queste curiose formazioni si estende con notevole continuità dalla Valle del Lys al ghiacciaio di Bors; è quindi interrotta in corrispondenza della parete orientale della Punta Vittoria e ricompare, a quota inferiore e con grande evidenza, alla testata della Valsesia, sotto le fronti dei grandi ghiacciai ove prevalgono i derivati metamorfici delle facies intrusive sialiche tardoerciniche.

Sorprendente è l'analogia, specie dal punto di vista fisiografico, con gli analoghi affioramenti in territorio elvetico e sul versante orientale del Monte Rosa che recentemente ho avuto la fortuna di visitare sotto la preziosa guida del Prof. P. BEARTH.

L'insigne studioso di Basilea ha denominato questo caratteristico complesso litologico con il termine di *Zona di Furgg (Furgg-Zone)*; esso assume una straordinaria importanza dal punto di vista tettonico costituendo forse la chiave per l'interpretazione strutturale, non ancora totalmente definita, dei rapporti fra i ricoprimenti pennidici medi nelle Alpi occidentali.

La descrizione geologica e petrografica e la sua interpretazione tettonica verranno affrontate in futuro da P. BEARTH, che generosamente ha richiesto la mia collaborazione per quanto concerne il versante meridionale del Monte Rosa.

Ritengo quindi opportuno tralasciare per ora l'esposizione di numerose osservazioni su questo argomento, limitandomi ad illustrare brevemente alcune caratteristiche litologiche riguardanti le ofioliti antiche che si localizzano fra i ghiacciai di Bors e d'Indren, nella zona cioè ove sorge la stazione d'arrivo della funivia di Alagna, già in avanzata fase di costruzione.

Sul versante di Bors della cresta che unisce lo Stolemberg alla quota 3532, affiorano abbondanti *boudins* di ofioliti antiche, di colore verde scuro, talora debolmente chiazzate di patine bruno-rossastre di ossidazione (Tav. III, Fig. 1); essi sono fittamente intercalati in un complesso di prevalenti gneiss grigio-chiari a grana fine, di aspetto molto sialico e regolarmente suddivisi in bancate di moderato spessore. Questi ultimi risultano, almeno in parte, probabili ortogneiss sialici sia muscovitici a epidoto e scarsa biotite, sia a due miche, cui si accompagnano paragneiss albitico-fengitici a biotite il cui feldispato sodico denota il caratteristico sviluppo porfiroblastico.

Le masse femiche non hanno una distribuzione irregolare; esse sono invece per la maggior parte allineate a rosario lungo orizzonti ben definiti, sia dolcemente ondulati che, talvolta, ripetutamente ripiegati. Si può quindi ammettere l'esistenza di antiche e continue intercalazioni di rocce eruttive basiche o forse di sedimenti marnosi, segmentate ad opera di un'energica azione meccanica, le cui deformazioni furono in seguito risanate da un'intensa fase alpina di ricristallizzazione metamorfica.

Questo complesso costituisce presumibilmente un importante orizzonte di movimento corrispondente ad un piano di taglio sicuramente anteriore alla fase di accrescimento metamorfico alpino.

Nonostante le molteplici analogie, le ofioliti pretriassiche non sembrano quindi possedere alcuna connessione genetica nè tantomeno cronologica con le vicine rocce basiche dello Stolemberg e del Corno del Camoscio, appartenenti sicuramente alla sovrastante sinclinale mesozoica di Alagna-Gressoney.

Alla base del canale che dalla croce Barisoni (zona della stazione d'arrivo della funivia) conduce al sottostante ghiacciaio di Bors, ho raccolto un'eclogite massiccia di colore verde bottiglia, punteggiata talora da minute lamelle argentee di muscovite; è composta da un aggregato cristallino compatto a prevalente struttura omeoblastica granulare, i cui componenti essenziali sono: granato, anfibolo sodico, attinoto, pirosseno e muscovite ⁽¹⁾.

Si riscontrano due distinte generazioni anfiboliche. La prima è relativa ad individui allungati con contorno irregolare talora un po' sfumato e con debole pleocroismo ($N\alpha$: incoloro; $N\beta$: violetto torbido; $N\gamma$: azzurro chiaro). L'angolo di estinzione massimo c : $N\gamma$ è di 8° , indicante la composizione sodica del minerale. In alcuni casi si osserva una lieve zonatura marginale con passaggio alla periferia verso termini meno alcalini. L'anfibolo di seconda generazione, di tipo prevalentemente attinolitico, si sviluppa in minutissimi e verdognoli elementi al-

⁽¹⁾ Ho rinvenuto eclogiti pretriassiche in *boudins* nella zona della Capanna Linty, ora diroccata, ed in altre località dell'alto bacino del Lys. G. GATTO descrive nella sua tesi di laurea [31] analoghi tipi litologici affioranti sotto la fronte del ghiacciaio orientale delle Piode ove prevalgono ortogneiss granitici, talora vistosamente ghiandolari.

lungati o fibrosi con disposizione a feltro. E' distribuito in prevalenza lungo linee di frattura che tagliano i maggiori cristalli di anfibolo, di mica e di qualche granato e, unitamente a piccole quantità di calcite, quarzo e clorite, rappresenta un minerale di accrescimento tardivo. Nella medesima zona altri corpi lenticolari sono invece costituiti da anfiboliti granatifere e da anfiboliti epidotiche a biotite, spesso con tessitura scistosa; anch'esse si caratterizzano per una duplice generazione anfibolica.

Numerosi *boudins* di ofioliti pretriassiche, spesso contornati o solcati da venature sialiche, manifestano alla periferia sottili e lucenti orli nerastri di arricchimento biotitico.

Marmi pretriassici

Intercalati nelle rocce del Cristallino antico, affiorano alcuni sottili livelli di marmi pretriassici, i cui maggiori affioramenti sono riportati nel Foglio 29 (Monte Rosa) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (1).

Nonostante la limitata diffusione, la presenza dei marmi risulta egualmente assai importante non solo dal punto di vista litologico; essi consentono infatti di formulare un'ipotesi petrogenetica su quelle ofioliti antiche cui talora sono associati e, nello stesso tempo, costituiscono un evidente livello di riferimento assai utile per l'interpretazione dei motivi tettonici locali.

Limitatamente al versante meridionale del Monte Rosa, essi affiorano in gran parte nel bacino della Valle del Lys ove si intercalano a tipi litologici con prevalente impronta metamorfica alpina, in evidente contrasto con le analoghe facies comprese nella zona Sesia e nella serie di Valpelline del ricoprimento Dent Blanche.

Prevalgono talora tipi saccaroidi molto puri; essi hanno elevata cristallinità ed aspetto candido alla frattura fresca, mentre sulle superfici esposte agli agenti atmosferici assumono un'intensa colorazione giallognola ed un certo grado di friabilità. In altri casi sono ricchi di silicati di calcio, spesso a disposizione zonata, ed offrono colorazioni va-

(1) Il ritrovamento dei principali livelli di marmi antichi spetta a V. NOVARESE e ad A. STELLA.

riabili. I marmi antichi hanno in prevalenza una grana minuta e denotano una certa analogia con i sottili livelli marmorei mesozoici che si rinvencono sovente sul versante meridionale del massiccio, interposti fra calcescisti e serpentine. Sono invece sostanzialmente diversi dai calcefiri (?) a grana grossa che costituiscono le numerose lenti irregolari comprese nelle grandi masse di serpentine delle Alpi occidentali, come ad esempio quelle del Monte Rosso di Verra e di Biel nella Valle di Gressoney (nuovo ritrovamento).

I marmi antichi sono in molti casi fittamente e plasticamente ripiegati; nelle facies listate, le parti superficiali sono, a fasce alterne, sovente rugose ad opera di un processo erosivo di tipo differenziale che ha agito selettivamente sui letti a diversa composizione.

Nel corso del rilevamento di campagna svolto in questi anni, ho rinvenuto alcune sottili intercalazioni marmoree non segnalate fino ad ora. Interessanti sono quelle che affiorano, in una zona ricca di lenti di anfiboliti antiche (Tav. III, Fig. 2), al *plateau* del Lys, tra il ghiacciaio omonimo ed il suo cordone morenico sinistro e quelle che si localizzano alla testata della morena stessa, probabilmente sepolte, fino a qualche decina d'anni fa, sotto la copertura glaciale. I marmi, spesso variegati, affiorano sia in letti di qualche metro di potenza plasticamente ripiegati, sia in sottili e lunghi nastri che s'intercalano con passaggi molto sfumati negli gneiss incassanti, ricchi di rocce verdi pretriassiche. Essi sono talora segmentati in una serie di minute lenticelle disposte a rosario, sovente ricche di granato.

A valle della Capanna Quintino Sella, nel tratto compreso tra il rifugio e l'aereo passaggio attrezzato con una piccola ringhiera di ferro, ove il sentiero abbandona il filo della cresta percorrendone il versante orientale, ho rinvenuto, a circa 3500 m di quota, una sottile bancata di marmi chiari con letti verdognoli di calcefiri ricchi di diopside, cui si associano zoisite, mica bianca e limitate percentuali di tremolite. La roccia sfuma regolarmente in un complesso di paragneiss grigio-seuri ad abbondante biotite violacea, nei quali sono compresi piccoli *boudins* di antiche anfiboliti granatifere.

Tutte le intercalazioni fino ad ora osservate di marmi pretriassici presentano, almeno in apparenza, normali rapporti stratigrafici con i paragneiss a prevalente impronta metamorfica alpina del Cristallino del ricoprimento Monte Rosa, limitatamente al suo versante meridionale.

Riepilogo e considerazioni generali

Fra le molteplici caratteristiche strutturali che contraddistinguono i paraderivati scistoso-cristallini a prevalente impronta metamorfica alpina del versante meridionale del Monte Rosa, emerge, come aspetto più significativo e nello stesso tempo comune alla maggior parte dei tipi litologici, l'evidente sovrapposizione di due distinti atti metamorfici (1).

Molti elementi indicano con sicurezza l'età alpina del più recente di questi processi al quale si riferisce l'intensa rigenerazione cristalloblastica che, con carattere per lo più epi-mesozonale, coinvolge la maggioranza dei costituenti mineralogici (2).

Nel Cristallino del Monte Rosa la seconda fase metamorfica denota infatti, relativamente ad alcuni componenti, una certa analogia con i terreni mesozoici della sovrastante « sinclinale » di Alagna-Gresoney. Riportando una fondamentale osservazione di P. BEARTH [7], una ulteriore conferma è fornita dalla perfetta concordanza, nel ricoprimento medio-pennidico, fra le direzioni assiali delle grandi pieghe alpine e gli assi *B* relativi alla fase deformante che accompagna in parte la più recente rigenerazione cristalloblastica.

Almeno nelle sue manifestazioni conclusive, il secondo processo metamorfico si sviluppò presumibilmente in un periodo successivo alla presa di posizione della sovrastante falda dei calcescisti con pietre verdi

(1) Si ricorda che gli eterogenei terreni cristallini descritti nel presente lavoro si identificano, per motivi tettonici e petrogenetici, con il complesso a metamorfismo postgranitico di P. BEARTH.

(2) Con il termine di « fase metamorfica più recente » si sintetizza un fenomeno di accrescimento cristalloblastico dalle caratteristiche molto complesse; il processo metamorfico ebbe inizio in un periodo anteriore ad una intensa fase di deformazione meccanica, si sviluppò quindi in prevalenza parallelamente ad essa e si protrasse in parte, limitatamente ad alcuni componenti mineralogici, in una fase posteriore all'esaurimento dell'azione tettonica. Questo processo, cronologicamente differenziabile in fasi successive rispetto alla forte deformazione meccanica che parzialmente lo accompagna, ha tuttavia presumibilmente una sua continuità di sviluppo rappresentando un unico e complesso fenomeno di accrescimento metamorfico che occupa, nella storia più recente del ciclo orogenetico alpino, uno spazio relativamente ampio. Nel suo eterogeneo sviluppo, esso è tuttavia geneticamente posteriore al fenomeno metamorfico che diede luogo alle associazioni mineralogiche relitte che si rinvencono diffusamente negli scisti e nei paragneiss del versante meridionale del Monte Rosa.

ed alla fase di raddrizzamento e di arricciatura della zona dorso-radiale del Monte Rosa. La superficie di contatto meccanico che separa le due unità strutturali risulta infatti cicatrizzata dalla rigenerazione metamorfica il cui sviluppo non ha tuttavia cancellato le tracce di una anteriore deformazione microcataclastica; in forma parziale, il fenomeno si può osservare ad esempio lungo il versante valesiano del Corno del Camoscio (Tav. II, Fig. 1) (1).

Difficoltà maggiori si incontrano nell'interpretazione cronologica della più antica fase metamorfica, la cui esistenza è testimoniata, negli scisti e nei paragneiss affioranti sul versante meridionale del Monte Rosa, da abbondanti e mal conservati relitti mineralogici; essi risalgono ad una anteriore struttura scistosa, per lo più di basso grado mesozonale, non totalmente obliterata dalla successiva rigenerazione cristalloblastica.

Si tratta di stabilire se la prima fase metamorfica, rinvenibile ora in forma di relitto, appartenga ad antiche manifestazioni minerogenetiche pregranitiche o se rappresenti piuttosto un atto indipendente e precoce del metamorfismo alpino.

La risoluzione del problema è legata essenzialmente allo studio approfondito delle caratteristiche mineralogiche e strutturali relative al complesso mesozoico dei calcescisti con pietre verdi, interposto fra il ricoprimento del Monte Rosa e la zona Sesia-Val di Lanzo. Una sensibile differenza nelle caratteristiche strutturali distingue i calcescisti dalle pietre verdi; lo studio preliminare di questi tipi litologici conduce a conclusioni apparentemente antitetiche sulla natura del ciclo metamorfico alpino nella regione (2).

(1) In numerosi casi gli effetti risananti della fase metamorfica più recente sono stati obliterati da successive deformazioni tettoniche di età relativamente tardiva, le quali provocarono, nella parte più meridionale della falda un intenso scagliamento fra il Cristallino del Monte Rosa ed i terreni del retrostante complesso mesozoico.

(2) Nella zona compresa tra la Valsesia e la Valle di Gressoney, il complesso mesozoico si suddivide presumibilmente in almeno due distinti elementi strutturali. In quello inferiore prevalgono anfiboliti, eclogiti e *flasergabbro*; in quello superiore, la cui base è costituita dal piccolo lembo triassico della Bettaforea, prolungamento orientale dei grandi affioramenti di quarziti e di calcari dolomitici della zona Gran Tournalin-Colle delle Cime Bianche, sono predominanti le grandi e regolari alternanze di calcescisti e prasiniti. Un marcato orizzonte tettonico separa questi due complessi che contengono entrambi imponenti masse serpentinosi. Nel

Le prime analisi sulle pietre verdi affioranti in Valsesia e nella Valle del Lys hanno messo in luce notevoli analogie petrografiche fra le ofioliti mesozoiche dello Stolemberg e quelle pretriassiche della formazione a *boudins* del Monte Rosa (zona del ghiacciaio di Bors), manifestando le une e le altre un'apparente struttura polimetamorfica. Nelle anfiboliti e nelle eclogiti dello Stolemberg si osserva ad esempio una prima generazione di granato, pirosseno ed anfibolo sodico ed una successiva fase nella quale si sviluppano in prevalenza attinoto e clorite. In altri casi, fra questi due processi minerogenetici si interpone l'accrecimento di abbondante orneblenda verde-azzurra. Poichè le pietre verdi mesozoiche dello Stolemberg sono state coinvolte in un solo ciclo orogenetico, si dovrebbe riconoscere, in queste paragenesi, fasi successive ed autonome del ciclo metamorfico alpino.

Questa ipotesi risulta tuttavia del tutto arbitraria se viene applicata ai calcescisti della « sinclinale » mesozoica di Alagna-Gressoney; essi si caratterizzano per una grande semplicità strutturale e per una facies metamorfica che, allo stato attuale delle ricerche, parrebbe riferirsi ad un unico processo minerogenetico.

L'evidente contrasto fra le strutture delle pietre verdi e quelle dei calcescisti non trova una spiegazione molto convincente nella diversità dell'originaria composizione litologica dei terreni mesozoici, dalla quale è indubbio possa dipendere un diverso comportamento nei confronti del metamorfismo alpino, ma, a mio avviso, non una differenza tanto sensibile, specie dal punto di vista strutturale.

Allo stato attuale delle conoscenze, si possono formulare due ipotesi completamente contrastanti; entrambe sembrano avere un parziale fondamento di validità su alcuni aspetti del problema, senza tuttavia risolvere compiutamente il dilemma che emerge dell'analisi delle caratteristiche strutturali relative ai tipi litologici della « sinclinale » mesozoica di Alagna-Gressoney.

Lo studio delle pietre verdi manifesta, come abbiamo visto, l'esistenza di una presumibile pluralità di fasi del ciclo metamorfico alpino. Tuttavia, se le successive associazioni mineralogiche delle ofioliti

settore più settentrionale delle Valli della Sesia e del Lys non sono stati fino ad oggi rinvenuti, nell'ambito della « sinclinale » mesozoica di Alagna-Gressoney, tipi litologici corrispondenti con sicurezza a quelli della serie del Barrhorn descritta da W. B. ITEN, da R. STAUB e da altri autori.

mesozoiche rappresentassero atti metamorfici cronologicamente separati dell'orogenesi alpina, i calcescisti dovrebbero, per la medesima ragione, manifestare un carattere polimetamorfico. Un simile fenomeno non è stato tuttavia riscontrato fino ad ora nei paraderivati mesozoici della Valsesia e della Valle del Lys; si dovrebbe quindi ammettere che il processo minerogenetico più recente al quale è legato nelle ofioliti il prevalente sviluppo di clorite e di attinoto, abbia potuto cancellare nei calcescisti ogni traccia di ipotetiche e più antiche associazioni strutturali corrispondenti cronologicamente alla fase di sviluppo di pirosseno, granato ed anfibolo sodico nelle eclogiti.

Questa interpretazione suscita tuttavia numerose perplessità; appare innanzitutto assai strana la completa mancanza di relitti strutturali nei paraderivati mesozoici, specie considerando che relitti di minerali primari non sono rari nelle serpentine, anche estremamente laminate, della cresta Bettaforca-Rifugio Q. Sella. In secondo luogo la fase di accrescimento della clorite e dell'attinoto assume sovente uno sviluppo molto limitato in numerose eclogiti mesozoiche affioranti non solo in zone di relativa quiete tettonica, ma anche in prossimità dei principali contatti meccanici, come si può osservare ad esempio nella regione dello Stolemberg.

Una seconda ipotesi sulla natura del ciclo metamorfico alpino nella zona compresa fra la Valsesia e la Valle di Gressoney si può formulare annettendo particolare importanza ai motivi strutturali dei calcescisti, tipi litologici caratterizzati da una associazione mineralogica premetamorfica assai più semplice di quella delle pietre verdi.

Le ricerche preliminari svolte fino ad oggi sui paraderivati mesozoici sembrano testimoniare l'esistenza di un'unica fase di accrescimento metamorfico. Se questa constatazione potesse essere dimostrata con sicurezza completa e se la sua validità fosse confermata lungo tutto l'arco alpino, se ne potrebbe dedurre che le successive paragenesi delle eclogiti mesozoiche non rappresentino il prodotto della sovrapposizione di distinti e successivi atti metamorfici alpini, ma costituiscano fasi di transizione, forse in parte metastabili, di un unico quanto complesso fenomeno di trasformazione metamorfica con tendenza alla fase finale degli scisti verdi (1).

(1) In un recente lavoro [10], P. BEARTH nega l'origine catazonale della più antica associazione mineralogica delle eclogiti mesozoiche. Questa originale ipotesi permette una più convincente interpretazione di numerosi fenomeni geologici delle

Consideriamo, alla luce di queste due interpretazioni, la posizione cronologica della più antica fase metamorfica riscontrabile diffusamente nei paragneiss e nei micascisti del versante meridionale del Monte Rosa. La descrizione geologico-petrografica dei terreni mesozoici della « sinclinale » di Alagna-Gressoney-S. Jacques e l'eventuale interpretazione del contrasto nelle caratteristiche metamorfico-strutturali tra i calcescisti e le pietre verdi, verranno ripresi in seguito, quando le ricerche di campagna e di laboratorio saranno sufficientemente approfondite.

L'analisi dei motivi strutturali relativi ai soli calcescisti depone a favore dell'età prealpina del processo metamorfico che diede origine alle antiche associazioni mineralogiche relitte, comprese nei paraderivati scistoso-cristallini del versante meridionale del massiccio.

Volendo invece riconoscere nelle pietre verdi mesozoiche della regione le tracce di successivi processi metamorfici del ciclo orogenetico alpino, si deve tuttavia rilevare che, allo stato attuale delle ricerche, non appare sostenibile il parallelismo fra le associazioni mineralogiche relitte dei terreni scistoso-cristallini postgranitici del ricoprimento Monte Rosa e le più antiche fasi minerogenetiche osservabili nelle eclogiti mesozoiche. Concorrono a sostenere questa affermazione: una forte differenza nella tessitura, decisamente orientata nelle prime, prevalentemente massiccia nelle seconde; una sensibile diversità di composizione mineralogica e di grado metamorfico; l'evidente contrasto infine fra l'abituale aspetto di relitto della più antica associazione strutturale dei paraderivati metamorfici del Monte Rosa e l'ottimo stato di conservazione che si riscontra sovente per le prime paragenesi delle eclogiti mesozoiche.

Si può quindi concludere che la più antica fase metamorfica del « complesso postgranitico », affiorante sul versante meridionale del Monte Rosa, non parrebbe trovare un fenomeno minerogenetico corrispondente nei terreni mesozoici della sovrastante « sinclinale » di Ala-

Alpi i quali, alla luce delle classiche concezioni petrogenetiche di ESKOLA, risultavano poco comprensibili. Mi riferisco all'intima associazione di eclogiti mesozoiche con facies eruttive femiche ed ultrafemiche (gabbri, lherzoliti ecc.), oppure con paraderivati metamorfici di grado epizonale. Termini eclogitici si rinvennero inoltre in lave a cuscini scarsamente modificate.

gna-Gressoney; essa risalirebbe pertanto all'azione di un processo metamorfico prealpino o almeno ad una fase anteriore alla presa di posizione della falda dei calcescisti con pietre verdi, interposta fra il ricoprimento Monte Rosa e l'unità strutturale Sesia-Val di Lanzo.

Una ulteriore constatazione contribuisce a confermare questa ipotesi. In alcuni paraderivati a prevalente impronta metamorfica post-granitica del versante meridionale del Monte Rosa, si rinvencono percentuali variabili di feldispato potassico il quale, pur manifestando in un caso una parziale rigenerazione metamorfica alpina, rientra tuttavia abitualmente nelle associazioni mineralogiche relitte descritte nei precedenti capitoli. Poichè il feldispato potassico non è stato mai rinvenuto fino ad ora nei locali terreni mesozoici, si può ritenere che la sua genesi risalga verosimilmente alle manifestazioni magmatiche tardoerciniche, oppure a fasi metatettiche anteriori, concorrendo ulteriormente a dimostrare l'età prealpina del più antico processo metamorfico riscontrabile negli scisti e nei paragneiss epi-mesozonali del versante meridionale del Monte Rosa. La più recente rigenerazione cristalloblastica alla cui azione è imputabile la prevalente struttura metamorfica che contraddistingue i tipi litologici del ricoprimento medio-pennidico precedentemente descritti, è, come abbiamo visto, di età alpina; il suo sviluppo risale, almeno per le manifestazioni conclusive, ad un periodo successivo alla presa di posizione della falda dei calcescisti con pietre verdi. La più antica fase metamorfica, con carattere per lo più di mesozona superiore, rivelata nei paraderivati scistoso-eristallini del Monte Rosa da numerosi relitti strutturali orientati, non trova una sicura corrispondenza nelle associazioni mineralogiche dei terreni mesozoici; per tale motivo si può quindi formulare l'ipotesi di lavoro che la sua genesi risalga presumibilmente al ciclo orogenetico ercinico oppure a manifestazioni ancora più antiche.

Prescindendo dall'attribuzione cronologica della più antica fase metamorfica così frequente negli scisti e nei paragneiss a prevalente impronta metamorfica alpina affioranti sul versante meridionale del Monte Rosa, si può egualmente ritenere che in questa regione non compaiano tipi litologici sedimentatisi posteriormente al ciclo magmatico tardoercinico. Allo stato attuale delle ricerche, si può innanzitutto escludere con sicurezza la presenza, in Valsesia e nella Valle di Gressoney, di terreni permo-triassici analoghi a quelli che affiorano, con

limitata estensione, nella zona del Gornergrat (Zermatt), probabile relitto di un'antica copertura postercinica del ricoprimento Monte Rosa.

Si ritiene inoltre che nel complesso litologico a prevalente impronta metamorfica alpina del versante meridionale del massiccio non siano presumibilmente comprese rocce del carbonifero medio-superiore. Questa affermazione è giustificata da alcune considerazioni. Mancano innanzitutto paraderivati metamorfici che si possano interpretare come facies conglomeratiche. Al Colle delle Pisse si rinvencono inoltre alcune venette pegmatitiche che si ritengono con ogni probabilità di età ercinica, se non più antica; esse sono plasticamente e concordemente ripiegate con tipi litologici a prevalente impronta metamorfica alpina e, in particolare, con abbondanti paragneiss micacei ricchi di albite a sviluppo porfiroblastico (Tav. II, Fig. 2). Non è escluso quindi che le rocce scisto-cristalline sopra menzionate possano derivare, almeno in parte, dalla profonda rigenerazione cristalloblastica alpina di quegli antichi paragneiss e metascisti pregranitici ad intenso metamorfismo che si contraddistinguono per l'abbondanza di sottili letti e vene pegmatitiche.

Fra i paraderivati epi-mesozonali del versante meridionale del Monte Rosa, descritti nel presente lavoro, si intercalano inoltre frequenti filoni aplitici di modeste dimensioni e maggiori filoni-strato di ortogneiss granitici, talora vistosamente ghiandolari (1).

Si può quindi ritenere che gli scisti ed i paragneiss a prevalente impronta metamorfica alpina, così diffusi alla testata delle Valli della Sesia e del Lys, abbiano con ogni probabilità una genesi anteriore al ciclo orogenetico ercinico, alla cui azione, oppure a quella di processi archeozoici, si potrebbero presumibilmente riferire le più antiche strutture metamorfiche, relitti sopravvissuti all'intensa e successiva rigenerazione cristalloblastica alpina.

Escludendo le rocce che si localizzano nella parte più elevata del Monte Rosa, fra la Punta Gnifetti ed il Lyskamm, la maggior parte dei paraderivati affioranti sul versante meridionale del massiccio rientrano perfettamente, per analogia di motivi strutturali e mineralogici, nel complesso litologico a metamorfismo postgranitico descritto da P.

(1) Si ricorda che questi ortoderivati sialici sono compresi nella sovrastruttura del ricoprimento Monte Rosa.

BEARTH. Il significato del termine « postgranitico » si limita tuttavia ad indicare la profonda rigenerazione cristalloblastica che queste rocce scistoso-cristalline subirono durante l'orogenesi alpina; esse hanno assunto una nuova e prevalente impronta metamorfica di grado epi-mesozonale che tuttavia non ha cancellato totalmente le tracce di un' antica struttura scistosa.

I paraderivati del complesso litologico a metamorfismo postgranitico della Valsesia e della Valle di Gressoney risulterebbero quindi, nel limite delle osservazioni effettuate fino ad oggi, facies polimetamorfiche nel senso classico della parola; essi rappresenterebbero quindi originari tipi pregranitici la cui antica struttura, caratterizzata almeno in parte da un grado metamorfico non molto più elevato di quello attuale, fu in prevalenza mascherata, durante il ciclo orogenetico alpino, da una diffusa rigenerazione cristalloblastica che sviluppò in queste rocce una prevalente, ma non esclusiva, impronta metamorfica di grado epi-mesozonale.

Alla conclusione del lavoro desidero ringraziare vivamente il mio Direttore, Prof. R. MALARODA, per la lettura critica del manoscritto, per gli incoraggiamenti e per gli aiuti finanziari che gentilmente concesse a favore delle ricerche sul Monte Rosa. Il Prof. A. BIANCHI mi affidò lo studio dei terreni scistoso-cristallini del versante meridionale del Monte Rosa quale argomento della dissertazione di laurea in Scienze Geologiche presso l'Università di Padova e benevolmente volle sovrintendere alle successive ricerche di laboratorio.

In frequenti cordiali discussioni, il collega Dr. G. ELTER mi ha fornito preziose indicazioni sui problemi geologici e strutturali delle Alpi Piemontesi.

Desidero infine esprimere i sensi della mia più viva riconoscenza al Prof. P. BEARTH di Basilea, illustre studioso dei ricoprimenti penninici nelle Alpi occidentali, per la grande gentilezza e generosità con cui volle comunicarmi, in varie circostanze, giudizi critici, spiegazioni ed idee originali sulla geologia del Monte Rosa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ARGAND E., *Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales et les territoires environnants*. Mat. Carte géol. Suisse, n.s., 27, carte spéciale N. 64, 1911.
- [2] ARGAND E., *Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux*. Mat. Carte géol. Suisse, n.s., 31, p. 26, 1911.
- [3] ARTINI E. e MELZI G., *Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia*. Mem. R. Ist. Lombardo, 219-390, Milano 1900.
- [4] BEARTH P., *Über den Zusammenhang von Monte Rosa-und Bernhard-Decke*. Eclogae geol. Helv., 32, 101-111, 1939.
- [5] BEARTH P., *Über Albitisierung im Altkristallin des Monte Rosa*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 28, 140-145, 1948.
- [6] BEARTH P., *Bemerkungen zur Metamorphose und Granitbildung im Monte Rosa-Gebiet*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 29, 193-197, 1949.
- [7] BEARTH P., *Geologie und Petrographie des Monte Rosa*. Beitr. geol. Karte Schweiz, n.s., 96, p. 94, 1952.
- [8] BEARTH P., *Die Umbiegung von Vanzone (Valle Anzasca)*. Eclogae geol. Helv., 50, 161-170, 1957.
- [9] BEARTH P., *Über einen Wechsel der Mineralfazies in der Wurzelzone des Penninikums*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 38, 363-373, 1958.
- [10] BEARTH P., *Über Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillowlaven*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 39, 267-286, 1959.
- [11] BEARTH P., *Contribution a la subdivision tectonique et stratigraphique du Cristallin de la nappe du Grand-St-Bernard dans le Valais (Suisse)*. Livre a la memoire du Prof. P. Fallot, Soc. géol. France, 2, 407-418, 1961 (1960-1963).
- [12] BEARTH P., *Versuch einer Gliederung alpinmetamorpher Serien der Westalpen*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 42, 127-137, 1962.
- [13] BEARTH P., *Chloritoid und Paragonit aus der Ophiolith-Zone von Zermatt-Saas Fee*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 43, 269-286, 1963.
- [14] BIANCHI A., *Studi petrografici sull' Alto Adige orientale e regioni limitrofe*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 10, p. 243, 1934.
- [15] BIANCHI A. e DAL PIAZ GB., *Il Cristallino antico delle Alpi con particolare riguardo al versante italiano*. Relazione preliminare dattiloscritta, Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari, p. 198, Roma 1958.
- [16] BLUMENTHAL M., *Beobachtungen über Bau und Verlauf der Muldenzone von Antrona*. Eclogae geol. Helv., 45, 219-263, 1952.
- [17] CADISCH J., *Geologie der Schweizeralpen*. II ed., Wepf e Co., Basel 1952.
- [18] CORNELIUS H. P., *Einige Beobachtungen an den Gneisen des Monte Rosa und Gran Paradiso*. Mitt. Geol. Gesell. Wien, 29, 1-20, 1936 (Wien 1937).
- [19] DAL PIAZ GB., *Geologia della catena Herbetet-Grivola-Grand Nomenon*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 7, p. 83, 1928.

- [20] DAL PIAZ GB., *Studi geologici sull'Alto Adige Orientale e regioni limitrofe*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 10, p. 242, 1934.
- [21] DAL PIAZ GB., *Alcune considerazioni sull'età degli ortogneiss del Gran Paradiso, del Monte Rosa e degli Alti Tauri*. Periodico di Min., 9, 273-287, 1938.
- [22] DAL PIAZ GB., *La discordanza ercinica nella zona pennidica e le sue conseguenze nei riguardi della storia geologica delle Alpi*. Boll. Soc. Geol. It., 63, 105-152, 1939.
- [23] DAL PIAZ G. V. e GATTO G., *Considerazioni geologico-petrografiche sul versante meridionale del Monte Rosa*. Accad. Naz. Lincei, Rendiconti Scienze fisiche, mat. e naturali, 34, 190-194, 1963.
- [24] ELLENBERGER F., *Sur l'âge du métamorphisme dans la Vanoise*. C. R. somm. S. G. F., 318-321, 1952.
- [25] ELTER G., *La zona pennidica dell'alta e media Valle d'Aosta e le unità limitrofe*. Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, 22, p. 113, 1960.
- [26] FENOGLIO M., *Alcune osservazioni sui giacimenti auriferi dell'Ossola*. Boll. Soc. Geol. It., 48, 233-240, 1929.
- [27] FRANCHI S., *Notizie sopra alcune metamorfosi di eufotidi e di diabasi nelle Alpi Occidentali*. Boll. R. Comit. Geol. It., 26, 164-204, 1895.
- [28] FRANCHI S., *Contribuzione allo studio delle rocce a glaucofane e del metamorfismo onde ebbero origine nella regione ligure-alpina occidentale*. Boll. R. Comit. Geol. It., 33, 255-318, 1902.
- [29] FRANCHI S., *Relazione di rilevamento*. Boll. R. Comit. Geol. It., 34, 33-34 (parte ufficiale), 1903.
- [30] FRANCHI S., *Relazione di rilevamento*. Boll. R. Comit. Geol. It., 35, 33-34 (parte ufficiale), 1904.
- [31] GATTO G., *Il Cristallino antico del ricoprimento Monte Rosa nel bacino dell'alta Val Sesia (Studio geologico-petrografico)*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, inedita, Università di Padova, 1960-1961.
- [32] GÜLLER A., *Zur Geologie der südlichen Mischabel- und der Monte Rosa-Gruppe*. Eclogae Geol. Helv., 40, 39-161, 1947.
- [33] HUANG T. K., *Etudes géologiques de la région Weissmies-Portjengrat (Valais)*. These Neuchâtel, Bull. Soc. neuchât. Sci. nat., 60, 1935.
- [34] MICHEL R., *Contribution à l'étude zoneographique des schistes cristallins de la zone du Piémont. Paleozoneographie des massifs cristallins internes*. Travaux du Lab. de Géol. de Grenoble, 32, 95-109, 1954-1955 (1956).
- [35] MICHARD A., *Sur quelques aspects de la zoneographie alpine dans les Alpes Cottiennes méridionales*. Bull. S. G. F., 4, s. 7, 477-491, 1962.
- [36] MICHARD A. e VIALON P., *Gneiss, marbres, prasinites en coussins et polymetamorphisme dans la partie sud-occidentale du Massif Dora-Maira (Alpes Cottiennes Piémontaises)*. Bull. S. G. F., 3, s. 7, 345-354, 1961.
- [37] NIGGLI P., *Probleme der alpinen Gesteinsmetamorphose*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 30, 500-538, 1950.

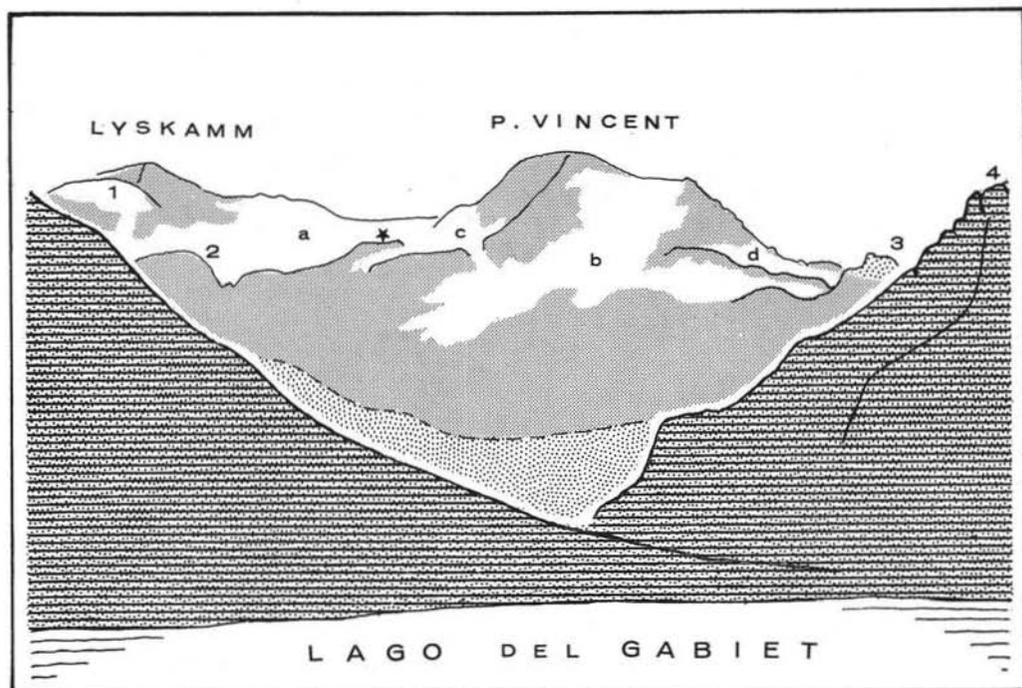
- [38] NIGGLI E., *Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen*. Intern. Geol. Congr. (Kopenhagen), 13, 132-138, 1960.
- [39] NOVARESE V., *Relazione di rilevamento*. Boll. R. Comit. Geol. It., 34, 29-33 (parte ufficiale), 1903.
- [40] STAUB R., *Sur la position tectonique et la serie sedimentaire du Barrhorn (Alpes valaisanes)*. C. R. somm. Soc. Géol. France, 327-329, 1952.
- [41] STAUB R., *Klippendecke und Zentralalpenbau*. Beitr. Geol. Karte Schweiz, n. s., 103, p. 184, 1958.
- [42] STELLA A., *Relazione di rilevamento*. Boll. R. Comit. Geol. It., 36, 35-38 (parte ufficiale), 1905.
- [43] STELLA A., *I giacimenti auriferi delle Alpi Italiane*. Mem. descrittive Carta Geol. d' Italia, 27, p. 134, 1943.
- [44] WENK E., *Ostalpinen und penninisches Kristallin*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 28, 761-771, 1948.

CARTE GEOLOGICHE

- a) BEARTH P., *Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blätter 535 (Zermatt), 536 (Monte Moro) e 534 (Saas), con Erläuterungen*, Schweiz. Geol. Kommission, Bern 1953-1954-1957.
- b) FRANCHI S., MATTIROLO E., NOVARESE V. e STELLA A., *Carta geologica d' Italia alla scala 1:100 000, F. 29 (Monte Rosa), F. 15 (Domodossola) e F. 30 (Vallo)*. R. Ufficio Geologico d' Italia, Roma 1912, 1913, 1917.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

Versante meridionale del Monte Rosa, bacino della valle del Lys. Si osservano da sinistra: il Naso del Liskamm (1), m 4272; il Lyskamm orientale, m 4527; la quota 3348 (2), a NNE dell' Hochlicht; la Piramide Vincent, m 4215; lo Stolemborg (3), m 3202, e la quota 2706 (4). Si riconoscono inoltre i ghiacciai del Lys (a), d' Indren (b), del Garstelet (c) e di Bors (d), quest'ultimo già sul versante valsesiano del massiccio. L'asterisco individua la posizione del Rifugio Gnifetti, m 3611. La fitta punteggiatura rappresenta i terreni scistoso-cristallini del ricoprimento medio-pennidico del Monte Rosa, quella più rada le prevalenti anfiboliti che affiorano nel settore più esterno della «sinclinale» di Alagna-Gressoney, il tratteggio in primo piano le serpentine del Lago Gabiet. Sulla parte sommitale della quota 2706 affiorano regolari alternanze di calcescisti e prasiniti e, alla loro base, un sottile livello di marmi a silicati di presumibile età postriassica; questi ultimi tipi litologici non sono rappresentati nello schizzo.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

Fig. 1. — Corno del Camoscio, versante valsesiano (cresta Col d'Olen-Piramide Vincent). Gneiss zonati di probabile segregazione metamorfica alpina affiorano lungo il contatto tettonico, fortemente ricristallizzato, fra le anfiboliti mesozoiche della « sinclinale » di Alagna-Gressoney ed i sottostanti terreni cristallini del ricoprimento Monte Rosa.

Fig. 2. — Colle delle Pisse, versante settentrionale (cresta Col d'Olen-Piramide Vincent). Un filoncello pegmatitico a tormalina è ripiegato concordemente con i paragneiss minuti ricchi di albite a sviluppo porfiroblastico (sovrastuttura del ricoprimento Monte Rosa, complesso litologico a prevalente metamorfismo alpino).

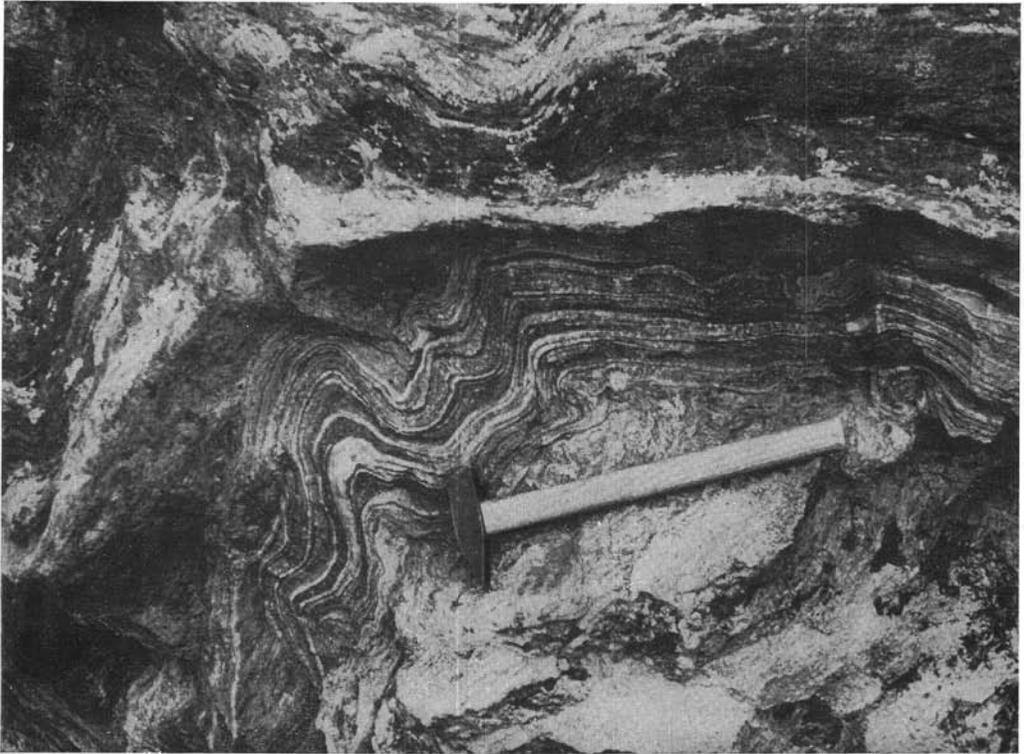


Fig. 1.



Fig. 2.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

Cristallino antico del ricoprimento medio-pennidico del Monte Rosa, complesso litologico a prevalente metamorfismo postgranitico (alpino): particolari della formazione a *boudins* (*Furgg-Zone*) affiorante fra il ghiacciaio del Lys (Valle di Gressoney) ed il ghiacciaio di Bors (Valsesia).

Fig. 1. — Versante orientale della cresta Stolemberg - quota 3532 (zona del ghiacciaio di Bors). I *boudins*, costituiti in maggioranza da anfiboliti granatifere e da eclogiti pretriassiche, sono disposti a rosario lungo orizzonti ben definiti costituendo, con ogni probabilità, il prodotto di un intenso fenomeno di *boudinage*; le forti deformazioni meccaniche provocate da questo processo, furono successivamente risanate dalla diffusa rigenerazione cristalloblastica alpina.

Fig. 2. — Valle di Gressoney, *plateau* del ghiacciaio del Lys. Particolare della formazione a *boudins*; anche in questo caso è evidente il grado elevato di ricristallizzazione metamorfica. La *Furgg-Zone* del ghiacciaio del Lys comprende alcune sottili intercalazioni di marmi antichi; essi non compaiono tuttavia nella figura.



Fig. 1.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV

Gli gneiss albitici, talora con percentuali variabili di anfibolo, ed i micascisti granatiferi rappresentano i tipi litologici più comuni del Cristallino antico a prevalente metamorfismo postgranitico (alpino) del versante meridionale del Monte Rosa. Tali paraderivati si distinguono fra loro per una diversa composizione mineralogica e, essenzialmente, per una sensibile differenza nelle strutture.

Fig. 1. — Colle delle Pisse (cresta Col d'Olen-Piramide Vincent). Paragneiss albitico a due miche con percentuali subordinate di clorite, epidoto e granato. L'albite si caratterizza per lo sviluppo porfiroblastico e per l'accrescimento relativamente tardivo rispetto alla gran parte dei costituenti mineralogici fondamentali. Il feldispato sodico è straordinariamente farcito di inclusi (granato, muscovite, biotite, quarzo e anfibolo), in certi casi orientati fra loro, ma discordanti rispetto alla scistosità generale della roccia, testimoniando così l'esistenza di una più antica struttura metamorfica. (Nicols incrociati, ingr. 18).

Fig. 2. — Colle delle Pisse (cresta Col d'Olen-Piramide Vincent). Micascisto granatifero a due miche, pieghettato. Si riconoscono due distinte generazioni di granato; la più recente è relativa a granoblasti lievemente rossi di ragguardevoli dimensioni, ricchi di numerosi inclusi talora a disposizione elicetica. La seconda e più antica generazione è riferibile ad individui più piccoli, incolori o con tinta lievemente sfumata verso il verde, privi d'inclusioni. Il quadro delle deformazioni offre caratteristiche prevalentemente posteristalline. (Solo polarizzatore, ingr. 13).

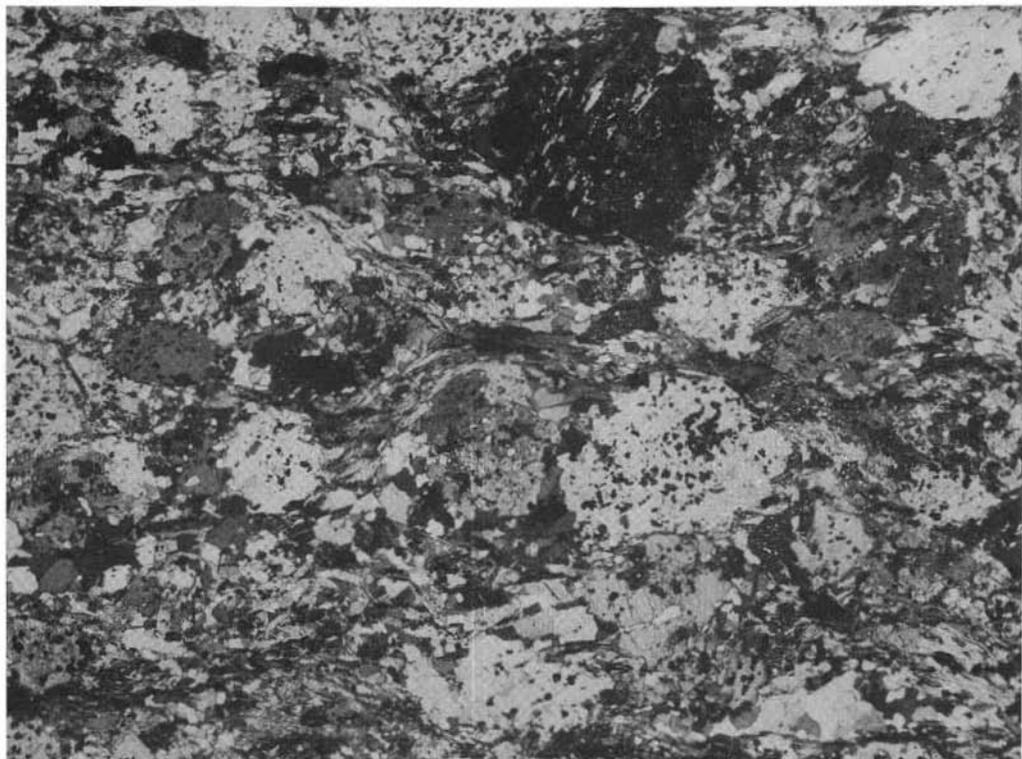


Fig. 1.

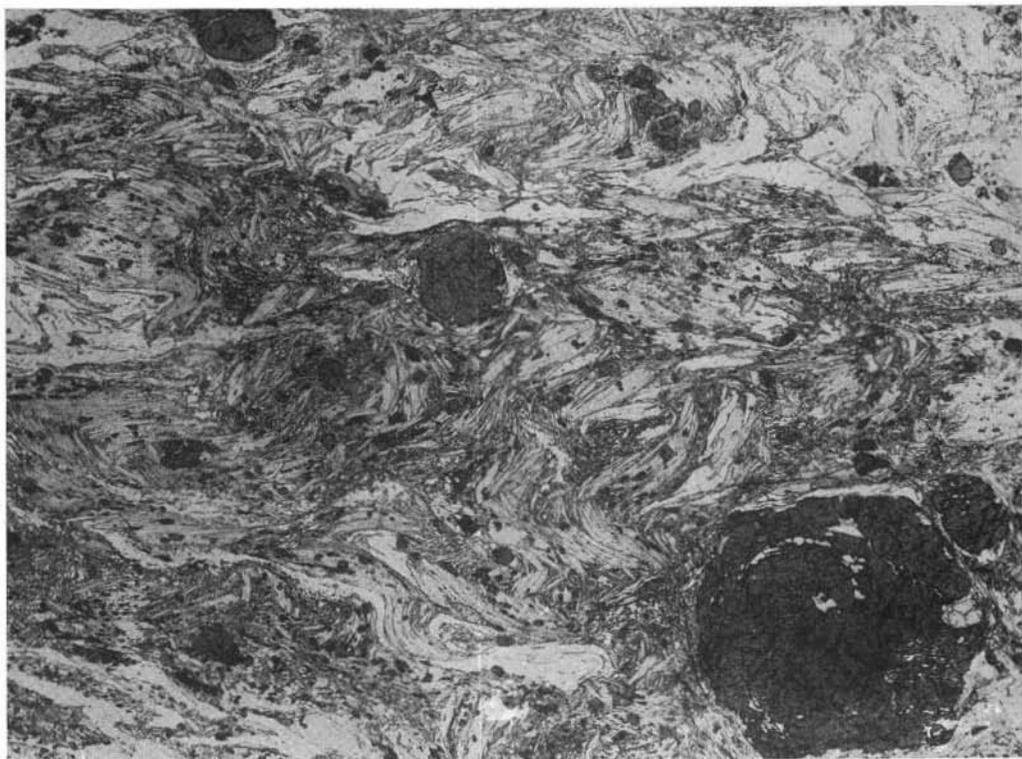


Fig. 2