

ROBERTO MALARODA e GIUSEPPE SCHIAVINATO

AGMATITI E MIGMATITI ANFIBOLICHE OMOGENEE  
NEL SETTORE MERIDIONALE  
DEL MASSICCIO DELL'ARGENTERA (\*)

**Riassunto.** — In precedenti lavori gli AA. hanno illustrato i principali fenomeni di anatessi e le facies migmatiche più diffuse, come embrechiti ed anatessiti biotitiche, graniti di anatessi ecc., nel settore italiano del Massiccio dell'Argentera. Lo sviluppo sistematico dei rilievi di dettaglio ha permesso di individuare, nella regione a Sud di Entracque, importanti masse parzialmente segnalate nella cartografia ufficiale come « gneiss dioritici » ed interpretabili invece come tipiche migmatiti originate a spese di rocce anfibolitiche. Fra i tipi litologici presenti nella formazione in oggetto prevalgono le agmatiti alle quali si associano embrechiti ed anatessiti anfiboliche che fanno localmente passaggio a facies dioritiche di anatessi.

L'intensità del fenomeno migmatico in rocce notoriamente resistenti alla metasomatosi viene messa in rapporto con l'avanzato grado di anatessi in tutto il settore meridionale del massiccio. E' inoltre illustrato il meccanismo di formazione delle masse agmatitiche.

**Summary.** — In previous works, the present writers explained the main phenomena of anatexis and the most widespread facies of migmatitic rocks, such as biotitic embrechites and anatexites, anatexis-granites, and so forth, which appear in the Italian section of Argentera massif. The systematic development of detailed mapping has made it possible to locate, in the Southern region of the massif, some important masses of typical migmatites deriving by soaking of amphibolitic rocks. Among the petrographical types present in the series, agmatites prevail and with them are associated amphibolic embrechites and anatexites, here and there turning into anatexis-diorite.

The intensity of the migmatitic events in rocks that are notoriously resistant to the metasomatism is said to be related to the advanced state of granitization of whole Southern part of the Argentera. Moreover an explanation is put forward with regard to the transformation of amphibolites into agmatites and their related homogeneous migmatites.

---

(\*) Lavoro compreso nel programma di ricerche sul Massiccio dell'Argentera che viene svolto sotto gli auspici e con il concorso finanziario del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

### Premessa e cenno sui lavori precedenti.

Il Cristallino del Massiccio dell'Argentera, nelle Alpi Marittime, risulta interamente rappresentato con un certo dettaglio soltanto nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000 (fogli Demonte, Dronero-Argentera e Boves) in base ai rilevamenti di S. FRANCHI, eseguiti sulla fine del secolo scorso e pubblicati molto più tardi [12; 13; 14].

In questi fogli, attorno ad un nucleo granitico, viene indicata quasi esclusivamente una massa di ortogneiss con limitate intercalazioni di gneiss anfibolici e pirossenici, anfiboliti, pirosseniti, marmi e calcefiri, oltre a filoni di varia composizione.

Studi più recenti, eseguiti in Francia da A. FAURE-MURET [1; 15] ed in Italia dagli AA. [4; 5] hanno dimostrato che il massiccio è essenzialmente costituito, oltre che da graniti, da migmatiti. Queste sono in prevalenza rappresentate da embrechiti e da anatessiti biotitiche già segnalate e descritte, particolarmente le ultime, nei sopracitati lavori <sup>(1)</sup>.

Come risulta, specie dai nuovi rilievi, in vari punti del massiccio, sia sul versante italiano come su quello francese, esistono rocce anfiboliche. Si tratta di anfiboliti che di norma, come è noto essere proprio di questo tipo di rocce, sono particolarmente resistenti alla migmatizzazione sicchè, anche se associate alle embrechiti, si presentano spesso sotto forma di masse compatte esclusivamente o prevalentemente anfiboliche, con scarso contenuto di neosoma sialico.

Durante i rilievi recentemente eseguiti nella parte meridionale del massiccio abbiamo individuato estesi affioramenti di rocce anfi-

---

<sup>(1)</sup> Accanto ai tipi delle embrechiti biotitiche listate ed occhiadine e delle anatessiti normali, con caratteri del tutto corrispondenti a quelli noti nella bibliografia petrografica, è stata recentemente individuata nella parte settentrionale del massiccio, ad W e SW di Vinadio, in Valle Stura di Demonte, una notevole massa di *anatessiti occhiadine* che verranno in altra sede più dettagliatamente illustrate. Indichiamo con questo nuovo nome una roccia in cui i rapporti quantitativi fra neosoma e paleosoma sono quelli tipici delle anatessiti; essa fa continuamente passaggio a granito microgranulare di anatessi, e presenta spesso il tipico andamento pieghettato e sfumato nei residui di paleosoma; ha però, come carattere distintivo, la presenza di frequenti « occhi », semplici o composti, di materiale sialico. Questa roccia viene quindi a rappresentare un tipo di anatessite particolare, allo stesso modo che le embrechiti occhiadine, in uno stadio meno avanzato di metasomatosi, rappresentano un tipo particolare rispetto alle embrechiti listate.

boliche che corrispondono invece ad uno stadio molto avanzato di anatessi; esse danno luogo ad una serie di fenomeni che permettono di seguire con estrema chiarezza la progressiva granitizzazione di questi materiali.

Della geologia della regione in oggetto, oltre agli antichi Autori, si sono occupati, ma in maniera molto generica, S. FRANCHI [2], F. SACCO [8; 9] ed A. ROCCATI (vedi lavori citati in [4; 7]), più particolarmente i due ultimi che accennano alla presenza di anfiboliti, gneiss anfibolitici, dioriti e sieniti. Il foglio Demonte della Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000, i cui rilievi sono, come si è detto, dovuti al FRANCHI, indica nell'area di cui ci occupiamo un'unica fascia di « gneiss anfibolico » estesa dal Lago Brocan in Valle della Rovina al fianco destro della bassa Valle di Monte Colombo.

Maggior dettaglio si trova nel più recente lavoro di A. ROCCATI [7] in cui compare, fra l'altro, una carta schematica ove viene indicata, col nome di « zona granitica Entraque-Tenda », una enorme area (120 km<sup>2</sup>, perlopiù in territorio italiano); essa comprende, oltre all'alta Valmasque, quasi per intero e fino alla loro confluenza le valli del Gesso della Barra e quella di Monte Colombo, il fianco destro della Valle della Rovina, ed il fianco sinistro della Valle del Torrente Bousset (bassa Valle del Sabbione).

Si tratta in realtà, come risulta dalle descrizioni che si leggono nel testo, non di vero granito ma di una formazione con « apparenza clastica » o di « roccia contenente inclusi » di rocce anfiboliche. Nessuna distinzione fa il ROCCATI fra le masse di vero granito d'anatessi, non particolarmente abbondanti, il neosoma delle agmatiti anfiboliche, e le anatessiti che compaiono molto frequentemente a separare le varie masse anfiboliche. Gli inclusi di rocce anfiboliche si andrebbero diradando verso SE fino a divenire sporadici od a mancare del tutto nella zona del Lago dell'Agnello e sulla sinistra dell'alta Valmasque.

Quanto all'origine di questa « zona granitica Entraque-Tenda », considerata come secondo nucleo granitico del Massiccio dell'Argentera oltre a quello, più centrale, delle Terme di Valdieri, ROCCATI avanza due ipotesi: potrebbe trattarsi, a parer suo, o di una preesistente formazione dioritico-anfibolica dislocata e fratturata in loco per la spinta di un magma granitico, oppure di materiali basici trascinati ad opera dello stesso magma da zone più profonde.

Il problema è stato ripreso, più recentemente, solo dalla FAURE-MURET [1], accettando però sostanzialmente i dati di ROCCATI, per cui troviamo indicata nella carta geologica alla scala 1 : 100.000 ancora, più o meno, la stessa area col nome di « granito di Valmasque ». Per la parte francese vengono invece fornite delle analisi chimiche dei graniti ed illustrato un interessante profilo, tra il Passo della Fous ed il Lago Verde di Valmasque ( [1], pag. 97, fig. 9) da cui risulta un graduale accentuarsi, in profondità, del processo di granitizzazione, nonchè la presenza ( [1], pag. 97 e tavv. 9, 10 e 11) di agmatiti con blocchi di pirosseniti, marmi ed anfiboliti.

Le nostre più recenti osservazioni ci hanno consentito di accertare che a Sud di Entracque, nelle valli della Rovina, del Gesso della Barra e del Monte Colombo, affiorano, separate da frequenti piani di milonisi, masse cospicue di anatessiti normali, di anfiboliti e di migmatiti anfiboliche. Queste formazioni hanno in media una direzione E-W e sono verticali o subverticali in modo che le valli le attraversano, più o meno, in corrispondenza della loro reale potenza, che raggiunge e supera talora il km; in senso longitudinale esse si estendono per una decina di km.

In un successivo lavoro sarà data la rappresentazione cartografica di dettaglio e verranno adeguatamente illustrate le condizioni geologiche della regione; consideriamo invece opportuno anticipare qui la trattazione dei fenomeni osservati nelle rocce basiche, dato il loro interesse più generale e la necessità di precisarne la sistematica anche ai fini del lavoro cartografico ancora da compiere che ha, in casi come questi, importanza essenziale. Riteniamo infatti il rilevamento geologico e la rappresentazione cartografica strumenti indispensabili per la ricostruzione delle vicende petrogenetiche riguardanti formazioni di rocce migmatiche, che vanno sempre considerate su scala regionale.

### Le rocce.

I tipi litologici di migmatite anfibolica che abbiamo avuto occasione di distinguere sono i seguenti:

a) *Embrechite anfibolica* (tav. I, fig. 2; tav. II, figg. 2, 3 e 4). Si presenta come una roccia per lo più nettamente listata, con regolari alternanze di livelli di paleosoma anfibolico e di neosoma feldspatico-quarzoso. Corrisponde nell'aspetto a molte anfiboliti plagioclasiche listate osservate in altre regioni alpine ed in altri punti dello

stesso Massiccio dell'Argentera. Nell'area considerata è però evidente l'origine metasomatica di almeno la maggior parte dei componenti sialici, data la graduale transizione ad anfiboliti pure, da un lato, e ad anatessiti anfibolite dall'altro. Rispetto ai corrispondenti tipi di embrechiti biotitiche listate si nota una più regolare alternanza fra letti di neosoma e di paleosoma, mentre quest'ultimo disegna superfici piane, e non ondulate come è tipico per i livelli biotitici.

b) *Anatessite anfibolica* (tav. I, figg. 3 e 4; tav. II, figg. 3 e 4). Per graduale aumento dello spessore dei livelli di neosoma si passa dal tipo litologico precedente a rocce che contengono più del 50% di materiale sialico. Dapprima persiste la regolarità dei livelli anfibolici per cui la roccia presenta ancora un aspetto a liste <sup>(1)</sup>; poi il paleosoma assume un andamento ondolato per lasciare, nei tipi estremi, soltanto trame di singoli cristalli anfibolici dispersi entro la massa sialica. In questo stadio si osserva spesso un aumento delle dimensioni dei superstiti individui anfibolici, che conservano contorno idiomorfo (tav. I, fig. 3; tav. II, figg. 2, 3 e 4; tav. IV, fig. 4). L'anfibolo perde allora l'orientazione preferenziale originaria e tende spesso ad essere trascinato, disegnando nella massa sialica dei motivi fluidali complessi.

c) *Agmatite anfibolica* (tav. IV). In questa roccia, che va sempre considerata almeno alla scala dell'affioramento, si distinguono nettamente due parti: 1) i blocchi che hanno composizione e struttura di anfiboliti, embrechiti anfibolite, o anatessiti anfibolite; 2) il cemento, che ha in genere la composizione di granito aplitico microgranulare di anatessi, molto variabile da punto a punto per la presenza di residui di paleosoma anfibolico o biotitico-anfibolico. I rapporti quantitativi fra cemento e blocchi differiscono continuamente, prevalendo ora l'uno ora l'altro.

I blocchi possono avere dimensioni e forma diverse. In alcuni casi essi si presentano all'incirca isodiametrici, equidistanti ed isorientati, come si rileva dalla originaria tessitura; in altri, più frequenti, dimensioni, forma ed orientazione variano da blocco a blocco, e pure diversa è la distanza che li separa mentre la loro grandezza può essere di pochi centimetri o superiore al metro.

---

(<sup>1</sup>) L'andamento più regolare dei letti di paleosoma è un carattere che distingue le anatessiti anfibolite in confronto a quelle biotitiche. E' da notare però che nell'Argentera anche in queste ultime si ha talora una regolarità notevole della tessitura, in cui non si osservano le complesse pieghettature che sarebbero carattere essenziale di queste rocce secondo la definizione originale di JUNG & ROQUES (1952).

Nel cemento si osservano, qua e là, zone con grana media, o sacche pegmatitiche entro le quali anche l'anfibolo assume dimensioni corrispondenti a quelle degli altri minerali (tav. IV, fig. 4). Nell'immediata vicinanza dei blocchi il cemento è sempre piuttosto ricco di anfibolo; questo minerale presenta allora sviluppo superiore a quello dell'anfibolo della roccia costituente il blocco e non ha orientazione preferenziale.

Il cemento dell'agmatite anfibolica, là ove è più ricco di anfibolo a disposizione fluidale ricorda, alla scala del campione, l'aspetto delle anatesiti anfiboliche più granitizzate (<sup>1</sup>).

### Composizione mineralogica delle rocce anfiboliche.

#### Alcuni particolari strutturali.

L'intonazione volutamente sintetica di questa nota ci consiglia di limitarci qui alla segnalazione di pochi dati essenziali sui più importanti componenti mineralogici e di qualche osservazione generale sui caratteri strutturali più tipici delle rocce in esame.

L'*anfibolo* si trova in percentuali molto variabili: nelle anfiboliti e nei noduli anfibolitici delle agmatiti può costituire fino al 90% dell'aggregato mentre scende al 5-10% nelle anatesiti. Macroscopicamente è verde scuro; in sezione sottile presenta il pleocroismo:  $\alpha$  = giallo brucicco molto chiaro,  $\beta$  = verde marcio,  $\gamma$  = verde azzurrino; l'angolo di estinzione  $c : \gamma$  varia da 22° a 23° mentre l'angolo degli assi ottici è risultato  $2V_{\alpha} = 81^{\circ} \pm 1^{\circ}$ . Secondo i grafici di TRÜGER (1952) a questi dati corrisponde un'orneblenda nella quale il contenuto di Mg rispetto alla somma  $Fe + Ti + Mn + Mg$  è superiore all'85%.

Sembra meritevole di menzione il fatto che l'anfibolo mantiene praticamente immutati i suoi caratteri in tutte le varie rocce esaminate,

(<sup>1</sup>) Le caratteristiche osservate nelle agmatiti dell'Argentera meridionale corrispondono molto bene a quelle della classica regione ad agmatiti di Pellinge, nella Finlandia meridionale, descritte da SEDERHOLM [10]. In particolare anche nelle agmatiti finlandesi la composizione del granito del cemento non viene se non in minima parte modificata dall'assimilazione del materiale basico dei blocchi inclusi, ciò che secondo SEDERHOLM prova che « a lively transfer of the solved material has taken place » ([10], pag. 109). Anche in Finlandia il granito non giunge quasi mai a formare grandi masse prive di inclusi ([10], pag. 113) ma costituisce solo vene e plaghe più o meno estese tra i blocchi di roccia basica. Anche nell'arcipelago di Pellinge d'altra parte la granitizzazione non è legata solo ad un granito aplittico ma anche a vere apliti e pegmatiti, mentre fra i prodotti dell'azione migmatite sono ricordate delle rocce con orneblenda e plagioclasio (del paleosoma?), come graniti ad orneblenda, monzoniti, dioriti, ecc. ([10], pag. 113).

dalle anfiboliti meno metasomatizzate alle embrechiti ed anatesiti anfiboliche, fino alle dioriti e tonaliti di anatesi.

I *plagioclasti*, molto abbondanti in alcune rocce anfiboliche listate a composizione molto sialica, si trovano in percentuali decrescenti fino al 10% nelle anfiboliti medie e nei tipi migmatici a feldispato potassico. Le zonature sono per lo più poco marcate o mancanti mentre sono comuni netti bordi di accrescimento di composizione prossima all'albite su individui essenzialmente andesinici medi oppure oligoclasico-andesinici.

Le geminazioni sono quasi sempre secondo « albite » semplice; in qualche anfibolite della Valle del Gesso della Barra si osservano però geminati « albite-pericline ». Frequenti sono le alterazioni saussuritiche, talora con caratteristica distribuzione a chiazze. Nelle agmatiti di S. Giacomo si rileva qualche differenza fra i plagioclasti delle fasce neosomatiche discordanti, deformati in fase paracrystallina ed esenti da alterazione, ed i plagioclasti, di composizione poco diversa ma con avanzata alterazione, dei letti sialici concordanti dell'anfibolite.

Il *feldispato potassico* compare soltanto in certi tipi di rocce anatesitiche, embrechitiche ed agmatitiche dove assume importanza variabile in relazione allo stato di metasomatosi. Praticamente assente nelle anfiboliti, raggiunge basse percentuali (fino al 5%) in alcune embrechiti anfiboliche come nel fondovalle, a q. 1.800, della Valle del Gesso della Barra. Nelle anatesiti anfiboliche o biotitico-anfiboliche può invece raggiungere ed anche superare il 50% dell'aggregato mentre percentuali più basse, ma sempre notevoli, si osservano in certe facies dioritiche di anatesi (Valle di Monte Colombo sotto Cima del Toro e sbocco di Valle della Cagna nella Valle del Gesso della Barra).

Nelle rocce sopramenzionate il feldispato potassico è certamente di genesi tardiva ed è responsabile, con il quarzo, dei più vistosi fenomeni migmatici. Al contatto con il plagioclasio dà luogo talora a microimplicazioni mirmechitiche. Rarissimi sono gli individui a tendenza idiomorfa; di norma si notano plaghe a contorno irregolare ed inegualmente distribuite, sia omogenee che in associazioni micropertitiche.

Le proprietà ottiche, ed in particolare l'angolo degli assi ottici, presentano variazioni notevoli: in base a numerosi controlli sembra accertata la coesistenza nella stessa roccia (anatesite e diorite di anatesi) di ortoclasio con  $2V_{\alpha} = 72^{\circ}-76^{\circ}$  e di microclino con  $2V_{\alpha} = 85^{\circ}-88^{\circ}$ .

Il *quarzo*, del tutto mancante nel paleosoma anfibolitico, raggiunge percentuali molto variabili nel neosoma dove compare in plaghe e mas-

serelle intergranulari, oppure in gocce entro il plagioclasio o il feldispato potassico.

La *biotite*, con i caratteri usuali, è abbondante solo in alcune limitate masse di embrechiti occhiadine biotitico-anfiboliche; assente altrove o tutt'al più con ruolo di componente accessorio.

Altri accessori comuni sono: *apatite*, spesso in grossi individui, talora con tracce di riassorbimento da parte del feldispato potassico; *epidoto*, in prevalenza clinozoisitico ma anche ortitico con marcata zonatura; *titanite*, più o meno idiomorfa, diffusissima nella diorite di anatessi della Valle di M. Colombo sotto Cima del Toro; *ematite* in genere associata all'anfibolo; *sagenite* e *zircone* entro alla biotite e all'anfibolo.

Dall'esame di numerose sezioni sottili dei più caratteristici tipi litologici della regione risulta un evidente contrasto di composizione mineralogica fra quelli definiti in base all'osservazione macroscopica come migmatiti e gli altri. Nei primi compaiono infatti percentuali notevoli di feldispato potassico che può raggiungere in certe anatessiti anfiboliche, e nel cemento delle agmatiti, anche il 60% del totale; un ruolo meno importante ma esteso ad un maggior numero di rocce migmatiche spetta al quarzo. Poichè entrambi questi minerali, che corrodono e sostituiscono l'anfibolo, la biotite ed il plagioclasio, mancano nelle anfiboliti è evidente la loro origine metasomatica, legata al processo di granitizzazione generale della regione.

Esistono inoltre innumerevoli tipi di rocce anfiboliche a liste, alcune anche molto ricche di minerali sialici, in cui, come unici componenti essenziali, compaiono anfibolo e plagioclasio. Oltre alle caratteristiche macroscopiche, i rapporti strutturali che intercorrono tra i due minerali fanno ritenere che, anche in questo caso, si tratti di rocce migmatiche in cui il materiale di nuovo apporto sarebbe rappresentato dal feldispato sodico-calcico al 30-40% an (ebrechiti ed anatessiti a neosoma plagioclasico) <sup>(1)</sup>. Lo studio del fenomeno della metasomatosi sodica richiede però ulteriori esami su più copioso materiale.

---

<sup>(1)</sup> In molte altre rocce dell'Argentera, provenienti da altri settori (gneiss biotitico-cloritico-muscovitici, anatessiti ed embrechiti biotitiche), sono stati osservati nel plagioclasio rapporti strutturali tali da far ritenere che la maggior parte di esso, anteriore alla metasomatosi con apporto di quarzo e feldispato potassico, sia a sua volta di origine metasomatica e posteriore a quella della biotite e muscovite, tipici minerali del paleosoma (vedi per es. [5], pag. 26).

### Rapporti fra migmatiti anfiboliche e rocce associate. Considerazioni genetiche.

Come abbiamo avuto occasione di osservare nel settore francese del Massiccio dell'Argentera (Valle della Tinée) e nella parte centrale, fra la Valle di Valasco e la Valle della Valletta, anche nella regione in oggetto, in vicinanza delle rocce anfiboliche, compaiono dei materiali particolarmente ricchi in biotite e feldispato. In Valle della Rovina, a Sud del lago omonimo, essi assumono un caratteristico aspetto granulare; molto spesso si osservano plaghe limitate in cui entrambi i componenti raggiungono sviluppo pegmatitico; qua e là sono state notate anche delle embrechiti occhiadine biotitiche o biotitico-anfiboliche che si distinguono talora nettamente dalle normali embrechiti occhiadine per l'abbondanza del paleosoma e la conseguente colorazione molto più scura.

La roccia dominante, accanto a quelle soprannominate, nelle valli a Sud di Entracque è però un'anatessite biotitica che passa localmente a granito di anatessi. Si deve ritenere quindi che in questa regione i fenomeni di mobilizzazione metasomatica abbiano raggiunto particolare intensità, e che proprio a ciò sia dovuta la comparsa qui di rocce anfiboliche con un grado di migmatizzazione superiore al normale. Per quanto si può dedurre dalle osservazioni fatte in questa regione il fenomeno della granitizzazione normale di rocce anfiboliche si svolge attraverso i seguenti stadi progressivi: anfibolite → embrechite anfibolica → anatessite anfibolica (tav. I).

Ad un ulteriore stadio di granitizzazione si possono attribuire limitate masse granulari con facies granodioritica e tonalitica (tav. I, fig. 4).

Le agmatiti a blocchi anfibolitici sembrano invece trarre origine da un particolare processo migmatico associato a deformazioni disarmoniche (tav. III). In alcuni casi, infatti, si osserva l'alternanza di livelli poco potenti di anatessite biotitica o biotitico-anfibolica e di roccia anfibolica (anfibolite, embrechite od anatessite anfiboliche); è allora evidente che, mentre nella anatessite biotitica si verificano deformazioni a carattere plastico con origine di pieghe anche complesse, nella roccia anfibolica, più competente, si ha dapprima fratturazione in parallelepipedi subeguali, separati da venule di neosoma secondo lo schema del classico « *boudinage* » (tav. II, figg. 3 e 4; tav. III); in seguito si verifica la rotazione ed il distanziamento progressivo dei sin-

goli frammenti che via via si differenziano per forma ed orientazione (tav. IV) (1). Il processo di metasomatosi non si esplica più, a partire da questo stadio, con il meccanismo della penetrazione letto a letto; salvo limitate azioni alla periferia dei blocchi questi conservano la composizione e la tessitura che avevano raggiunto al momento in cui si è verificata la fratturazione. Il neosoma penetra così solo negli interstizi, generando una tipica *migmatite eterogenea* (2).

### Conclusioni.

In seguito alle più recenti ricerche [1; 3; 4; 5] nel Massiccio dell'Argentera, oltre a rocce eruttive in massa e filoniane, ed a materiali non o solo debolmente granitizzati, risultano presenti, in netta prevalenza, i seguenti tipi di migmatiti:

#### migmatiti omogenee

<i>embrechiti</i>	{	listate biotitiche
		listate anfiboliche
		occhiadine biotitiche o biotitico-anfiboliche
<i>anatessiti</i>	{	normali biotitiche
		occhiadine biotitiche
		anfiboliche

#### migmatiti eterogenee

##### *agmatiti* anfiboliche

(1) In altri casi il fenomeno può essere determinato, anziché dalla presenza di intercalazioni più o meno biotitiche, dalla formazione, entro ad una roccia esclusivamente anfibolica poco o punto migmatizzata (anfibolite o embrechite anfibolica), di letti neosomatici di notevole potenza i quali si comportano, di fronte alle sollecitazioni meccaniche, in maniera molto più plastica che non i letti anfibolici limitrofi.

(2) Anche SEDERHOLM [10], nell'illustrare le rocce brecciate della regione di Pellinge (ad E di Helsinki), per le quali istituì il termine « agmatiti » ([10], pag. 117), attribuì la loro formazione, oltre che al comportamento refrattario delle locali rocce basiche, alla diversa composizione ed al più rapido raffreddamento del magma granitico operante in ambiente relativamente superficiale, anche al carattere più competente dei metabasati, che mancano di una vera scistosità ([10], pagg. 127-128). E' evidente del resto che anche nel Barösundsfjärd, ad W di Helsinki [11], il processo di formazione delle agmatiti è dovuto proprio alla maggior competenza dei materiali basici inclusi entro a migmatiti più plastiche ([11], figg. 3, 4, 9). Il meccanismo da noi descritto si può ritenere sufficientemente rappresentato anche da un disegno schematico, relativo a rocce della nostra regione, pubblicato dal SACCO [9], pag. 10, tav. 4, fig. 5).

Il processo di migmatizzazione normale è quello delle migmatiti omogenee che, attraverso gli stadi di progressiva anatessi, porta dagli scisti micacei o dalle anfiboliti originarie alle embrechiti, alle anatessiti ed alle corrispondenti rocce granitiche, tonalitiche, e dioritiche di anatessi.

Le agmatiti si formano invece a spese di rocce anfibolitiche le quali, a causa della maggiore rigidità e competenza, danno facilmente luogo a fenomeni di frattura che interrompono il normale processo di permeazione metasomatica, creando zone di minor resistenza subito invase dal materiale neosomatico.

*Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano,  
Istituto di Geologia dell'Università di Torino, gennaio 1960.*

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] FAURE-MURET A. (1955), *Études géologiques sur le massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires*. Mém. Carte Géol. France, 336 pp., 19 tt., 1 carta geol. alla scala 1 : 100.000, 60 ff.n.t.
- [2] FRANCHI S. (1894), *Relazione sui principali risultati del rilevamento geologico nelle Alpi Marittime eseguito nelle campagne 1891-92-93*. Boll. R. Comit. Geol. It., 25, 231-258.
- [3] MALARODA R. (1957), *Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le basse valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi Marittime)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 20, 130 pp., 13 tt., 1 carta geol. alla scala 1:25.000, 12 ff.n.t..
- [4] MALARODA R. & SCHIAVINATO G. (1957), *Osservazioni preliminari sui fenomeni di anatessi nel settore italiano del Massiccio dell'Argentera*. Boll. Soc. Geol. It., 76, 1957, 323-343, E tt., 1 f.n.t. .
- [5] MALARODA R. & SCHIAVINATO G. (1958) *Le anatessiti dell'Argentera*. Rend. Soc. Min. It., 14, 249-274, tt. 1-3, 8 ff.n.t..
- [6] PICCOLI G. (1958), *Il problema delle migmatiti attraverso mezzo secolo di ricerche*. Period. Miner., 27, 1-87, tt. 1-5.
- [7] ROCCATI A. (1925), *Il massiccio cristallino delle Alpi Marittime*. Boll. C.A.I., 42, 189-241, con ff.n.t.
- [8] SACCO F. (1911), *Il Gruppo dell'Argentera*. Mem. R. Acc. Sc. Torino, ser. 2, 61, 457-516, 1 carta geol. e 2 profili alla scala 1 : 100.000, 1 schema tettonico alla scala 1 : 500.000.
- [9] SACCO F. (1911), *Fenomeni filoniani e pseudofiloniani nel Gruppo dell'Argentera*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 50, 132-141, t. 4.
- [10] SEDERHOLM J. J. (1923), *On migmatites and associated pre-cambrian rocks of southwestern Finland-Part I: The Pelling Region*. Bull. Comm. Géol. Finlande, 58, 153 pp., 8 tt., 64 ff.n.t., 1 carta geol. .

- [11] SEDERHOLM J. J. (1926), *On migmatites and associated pre-cambrian rocks of southwestern Finland-Part II: The region around the Barösundsjärd W of Helsingfors and neighbouring areas*. Bull. Comm. Géol. Finlande, 77, 139 pp., 9 tt., 57 ff.n.t., 1 carta geol.

## CARTE GEOLOGICHE

- [12] *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1 : 100.000. Foglio 78-79: *Dronero-Argentera* (rilevamenti di S. FRANCHI ed A. STELLA). R. Uff. Geol. (1930).
- [13] *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1 : 100.000. Foglio 90: *Demonte* (rilevamenti di S. FRANCHI). R. Uff. Geol. (1933).
- [14] *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1 : 100.000. Foglio 91: *Boves* (rilevamenti di D. ZACCAGNA e S. FRANCHI). R. Uff. Geol. (1934).
- [15] *Carte de France* au 50.000<sup>e</sup>. Foglio St. Etienne de Tinée e Notice explicative (rilevamenti di A. FAURE-MURET, P. FALLOT e P. BORDET) (1954).

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

## ANFIBOLITI, EMBRECHITI ED ANATESSITI ANFIBOLICHE

- Fig. 1. — *Valle della Rovina, fondovalle, a q. 1900, lungo la mulattiera tra il Rifugio Genova ed il Lago della Rovina.*  
Anfibolite con locali permeazioni metasomatiche « lit par lit » e limitati passaggi ad embrechite anfibolica.
- Fig. 2. — *Valle di Monte Colombo, fondovalle, fianco destro, alla confluenza della Valle del Bosco dell'Orso.*  
Anfibolite ed embrechite anfibolica con letti di neosoma specialmente evidenti a destra. Sono ben visibili anche delle vene subtrasversali sia-liche e, a sinistra, una tipica vena ptigmatica.
- Fig. 3. — *Medesima località.*  
Anatessite anfibolico-biotitica. Ultimo stadio del processo di granitizzazione normale di una roccia anfibolica. Nel lato inferiore della fotografia si nota un aumento delle fasce neosomatiche che, in certi punti, conservano solo scarsi relitti di anfibolo disposti in allineamenti parzialmente ereditati dalla precedente tessitura scistosa ma in parte anche di natura fluidale. Il filone di granito aptitico microgranulare che taglia la roccia è evidentemente tardivo e posteriore al fenomeno di anatessi.
- Fig. 4. — *Medesima località.*  
Passaggio graduale da anatessite anfibolica (in basso) a diorite di anatessi (a sinistra in alto).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

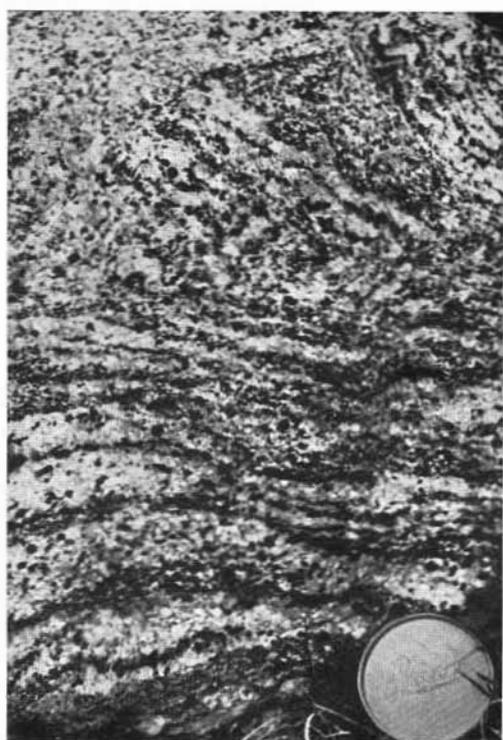


Fig. 4

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

### EMBRECHITI ED ANATESSITI ANFIBOLICHE. PRIMI STADI DI FORMAZIONE DELLE AGMATITI

Fig. 1. — *Val Muraion (alta Valle di Monte Colombo), fianco destro, sotto le pareti di Cima del Toro.*

Anatessite biotitico-anfibolica con tendenza occhiadina. Questa, e facies analoghe, si trovano specialmente alla periferia delle principali masse anfiboliche. (La moneta scelta come unità di misura ha un diametro di circa cm 2).

Fig. 2. — *Valle di Monte Colombo, lungo la mulattiera di fondovalle, 500 m a valle del Gias Peirabroc.*

Vari stadi di permeazione metasomatica. Il neosoma, oltre a costituire tipiche alternanze « *lit par lit* » nell'embrechite (al centro ed a sinistra) dà luogo a sacche entro alle quali si notano dispersioni irregolari di anfibolo (in alto a destra). Infiltrazioni di neosoma interessano pure i piani di alcune piccole pieghe-faglie.

Fig. 3. — *Medesimo affioramento.*

Altro particolare in cui si osservano tutti gli stadi di formazione di un'agmatite. Nel lato superiore della fotografia, embrechite anfibolica con alternanze di fasce più o meno nettamente aplitizzate. Essa passa, al centro e specialmente verso sinistra, ad una sacca più intensamente granitizzata dalla quale partono, verso il basso, dei piani di maggior mobilizzazione metasomatica tendenti a separare in blocchi la successiva bancata di embrechite anfibolica. In uno stadio di granitizzazione leggermente più avanzato si formerebbe, a spese di quest'ultima, un'agmatite.

Fig. 4. — *Medesimo affioramento.*

Dettaglio del fenomeno già illustrato dalla fig. 3. In una serie di alternanze tra embrechite anfiboliche, prevalentemente fratturate, ed anatessiti biotitico-anfiboliche, prevalentemente ripiegate, la fotografia illustra il passaggio tra un'embrechite (in alto ed al centro) ed un'anatessite (in basso). L'avanzata mobilizzazione del neosoma dell'anatessite determina una penetrazione di esso lungo un piano di frattura che attraversa l'embrechite. E' evidente l'iniziale, graduale, riassorbimento di questa ultima.



Fig. 1

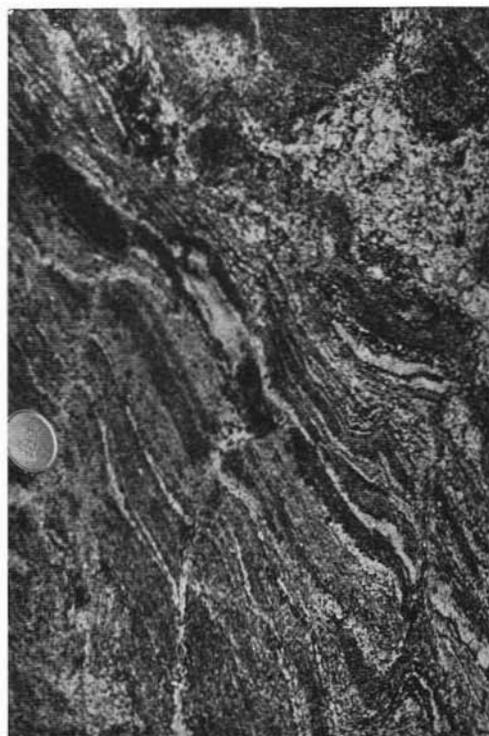


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

### SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III

#### MECCANISMO DI FORMAZIONE DELLE AGMATITI

Fig. 1. — *Sbocco della Valle di Monte Colombo, affioramento presso il letto del torrente poco a monte della Casa di Caccia.*

Alternanze tra anfiboliti ed anatesiti biotitiche. Le limitate dislocazioni che si osservano a carico di alcune delle bande anfiboliche preludono alla formazione di agmatite. (Il lato minore di quest'ultima e della successiva fig. 2 corrisponde, sul terreno, a circa m 4).

Fig. 2. — *Medesimo affioramento.*

Altro punto ove la formazione di agmatiti è in uno stadio più avanzato.

Fig. 3. — *Valle della Rovina, mulattiera di fondovalle, q. 1180.*

Sottile letto di anfibolite in una massa di anatesite biotitica. Il materiale anfibolico, resistente alla granitizzazione e più competente, dà luogo al fenomeno del « *boudinage* ». Sono evidenti accumuli di materiale neosomatico in prossimità al letto anfibolico e nelle fratture che ne separano i tronconi. Le maggiori dislocazioni sono attribuibili a movimenti tettonici tardivi.

Fig. 4. — *Valle di Monte Colombo, fondovalle, fianco destro in corrispondenza allo sbocco della Valle del Bosco dell'Orso.*

Anatesite biotitico-anfibolica. Alternanze di letti di neosoma aplitico, talora accompagnato da biotite, e di paleosoma anfibolico. Alcuni di questi ultimi, e specialmente quello al centro della fotografia, mostrano chiari accenni al fenomeno del « *boudinage* » che, se accentuato fino alla separazione dei frammenti ed alla loro dispersione entro il neosoma più plastico, darebbe origine ad un'agmatite.

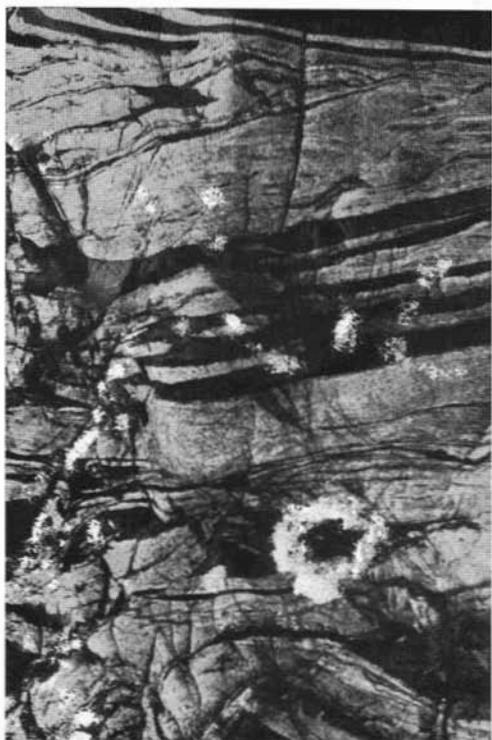


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV

### AGMATITI ANFIBOLICHE

Fig. 1. — *Val Muraion (alta Valle di Monte Colombo), fianco destro, sotto le pareti di Cima del Toro.*

Agmatite con blocchi di anfibolite; questi ultimi sono attraversati da vene concordanti e discordanti di neosoma.

Fig. 2. — *Valle di Monte Colombo, lungo la mulattiera di fondovalle, 500 m a valle del Gias Peirabroc.*

Agmatite derivante da originarie alternanze di embrechiti anfiboliche ed anatesiti biotitico-anfiboliche (in basso). Sono evidenti i fenomeni di frammentazione dei banchi più competenti (al centro), di rotazione dei medesimi (al centrodestra) e di progressiva assimilazione (in alto).

Fig. 3. — *Medesima località.*

Vari stadi, più o meno avanzati, della formazione di un'agmatite per fratturazione dei blocchi più competenti di anfibolite ed embrechite anfibolica.

Fig. 4. — *Poco a monte di S. Giacomo, allo sbocco della Valle del Gesso della Barra.*

Ultimi stadi del fenomeno di anatesi di una roccia anfibolitica. Residui di anatesite (in alto a sinistra) e di agmatite (parte mediana della fotografia) che si risolvono in una diorite di anatesi con anfibolo in parte di dimensioni accresciute. Qua e là sacche aplitiche o pegmatitiche che preludono al definitivo allontanamento del residuo anfibolo del paleosoma (in alto a destra) con formazione di granito aplitico microgranulare di anatesi.



Fig. 1



Fig. 2

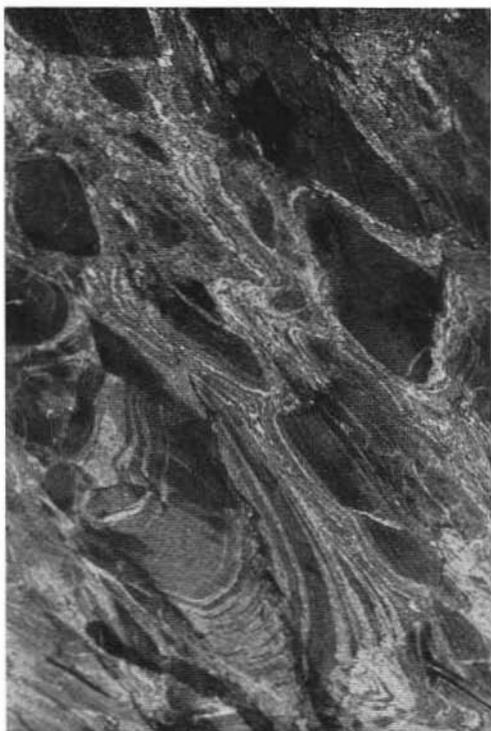


Fig. 3

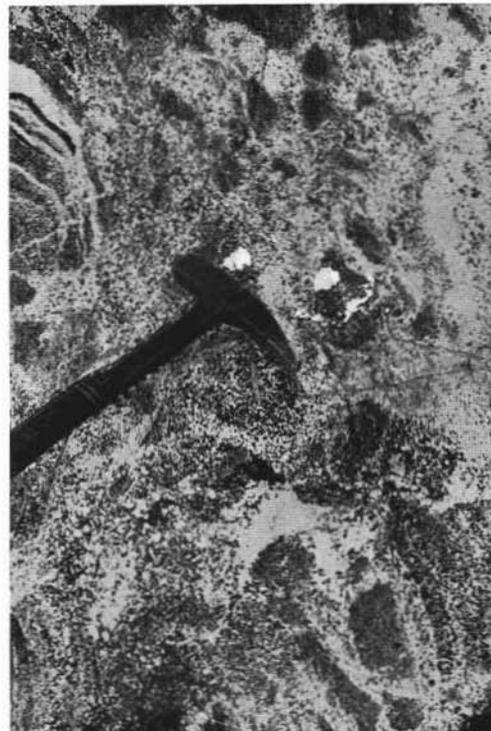


Fig. 4