

LUCIANO CONTI

ASPETTI PETROGRAFICI E PETROGENETICI DEI GRANITI DI CALA FRANCESE ALL' ISOLA DELLA MADDALENA

Riassunto. — Vengono riferite alcune notizie preliminari sulle osservazioni effettuate nella zona granitica di Cala Francese alla Maddalena.

In particolare l'A. illustra tre aspetti caratteristici: 1) Lenti pegmatitiche (granito grafico); 2) Geodi idrotermali; 3) Associazioni di minerali femici.

In base ai primi risultati di laboratorio vengono, inoltre, formulate alcune ipotesi circa il relativo processo genetico.

Presso l' Istituto di Petrografia dell' Università di Roma, è in corso uno studio sulle formazioni cristalline dell' Arcipelago della Maddalena, (Fogli 168 e 169 della Carta d' Italia dell' I.G.M.).

Il rilevamento geopetrografico, cominciato nell' ottobre 1961 con il contributo del Comitato Nazionale per l' Energia Nucleare (C.N.E.N.), non è ancora completo: allo stato attuale si sono eseguite osservazioni definitive soltanto nelle isole maggiori dell' Arcipelago (Maddalena, Caprera, S. Stefano) ed in alcuni isolotti situati più a Nord (Isole Barrettini, Barrettinelli, Corcelli).

In questa nota vengono anticipate alcune considerazioni preliminari sui lineamenti geologici e petrografici che caratterizzano i graniti di Cala Francese sulla costa occidentale dell' Isola Maddalena.

* * *

L' area in esame, dove compaiono le cave di granito, è prossima ad una vasta insenatura situata lungo la costa Sud-Occidentale dell' Isola di Maddalena. La formazione granitica che ivi affiora occupa, in realtà, una superficie assai limitata rispetto all' estensione dell' Isola ed è delimitata, grosso modo, dalle due cave di granito rispettivamente a Nord-Ovest e Sud-Ovest della cima di Monte Puntiglioni (q. 143).

Entrambe le cave appaiono inquadrare da una serie di dislocazioni N-S ed W-E che rientrano nell' insieme delle grandi direttrici tettoniche diffuse, con costanza di allineamenti, in tutto l' Arcipelago.

A tale orientazione delle maggiori linee di frattura, restano fedeli anche i principali allineamenti delle manifestazioni filoniane e, soprattutto, la fitta fessurazione (pure meridiana e trasversale) che caratterizza la quasi totalità del massiccio granitico.

Questo, nella sua facies usuale e più diffusa nell'intero Arcipelago, si mostra apparentemente inalterato e presenta quasi ovunque una struttura grossolana, porfirica, con tendenza alla pegmatitica. In esso fanno spicco, di norma, grossi fenocristalli di feldspato potassico spesso di color rosa, per cui questa facies prevalente ha un colore rosato, e meno frequentemente grigio, mentre è facile osservare alternanze massive di granito rosa e grigiastro, senza che il passaggio risulti vincolato a fattori tettonici o di altra natura.

Macroscopicamente sono riconoscibili le associazioni feldspatico-quarzose, in genere accompagnate da sola biotite.

Le osservazioni di dettaglio effettuate sul terreno, confermate poi dalle analisi microscopiche, hanno per altro mostrato, per i graniti di Cala Francese, peculiarità quanto mai singolari con locali variazioni dei caratteri strutturali e, in via subordinata, di composizione mineralogica, che possono così riassumersi:

- 1) Lenti pegmatitiche (granito grafico di Cala Francese);
- 2) Geodi idrotermali, talora isolate, più spesso associate alle lenti pegmatitiche;
- 3) Concentrazioni di soli termini femici, al più con rari sialici, di forme e dimensioni svariate, talora a contorno sfumato e riassorbito.

1) *Lenti pegmatitiche.*

Costituiscono una delle facies più vistose nell'insieme della manifestazione granitica e rappresentano materiali di notevole interesse petrografico e mineralogico ⁽¹⁾.

Si tratta di lenti facienti corpo col granito porfirico usuale, sia rosato che grigio, da cui non sono facilmente separabili soprattutto quando risultano orlate da una fascia di termini femici, per lo più biotite ed orneblenda, che sfuma gradualmente nel granito: in questo è dato osservare alcune sottili diaclasi cicatrizzate da nodi pegmatitici:

⁽¹⁾ Nella zona di Cala Francese, oltre al quarzo ed ai feldspati, sono state identificate 32 specie mineralogiche diverse [2] suddivise tra associazioni accessorie nei graniti ed associazioni idrotermali.

La distribuzione delle lenti sul terreno, appare quanto mai capricciosa e non è riferibile ad alcun allineamento preferenziale.

In sezione sottile i materiali ora in esame, mostrano struttura pegmatitica e tessitura isotropa e, salvo rare eccezioni, sono costituiti da associazioni mineralogiche prive di rapporti di idiomorfismo. La paragenesi fondamentale è rappresentata da un insieme di soli termini silicici: feldspato potassico, quarzo e plagioclasio, in ordine di abbondanza, raramente accompagnati da scarsa biotite. Accessori sono: epidoto, apatite, rutilo, magnetite, pirite, ematite.

Il feldspato potassico è il componente che prevale in queste associazioni: esso si presenta, abitualmente, nella sua fase triclinica, sovente in concrescimenti pertitici. Si tratta di masse plaghiformi, talora di dimensioni veramente eccezionali che, per trasparenza, mostrano un colore grigiastro torbido a causa dell'alterazione in sostanza argillosa, forse caolinitica [4], che rende difficoltoso il riconoscimento delle sfaldature {001} e {010}. Le geminazioni secondo le due leggi dell'albite e del periclino, non sono quasi mai perfette ed omogeneamente distribuite su tutta la superficie del cristallo, apparendo spesso come associazioni fittissime ma isolate di lamelle pressochè ortogonali tra loro e, talora, separate da piccole aree in cui il minerale non mostra geminazioni.

Frequentemente è dato osservare piccole lacinie di albite dovute a smescolamenti pertitici, disperse nel microclino senza ordine apparente e, di norma, non geminate: al contrario del feldspato che le ospita, queste piccole granulazioni di plagioclasio non presentano alterazione alcuna, mostrandosi perfettamente limpide ed incolori al solo polarizzatore, e di segno ottico positivo.

Alla microclinopertite segue, in ordine di abbondanza, il quarzo. Questo minerale, ora in granuli isolati, ora in inclusi nel feldspato potassico pertitico, mostra caratteri nettamente diversi tra loro e tali da favorire considerazioni particolarmente utili sia come criterio discriminativo, sia ai fini di una ricostruzione genetica.

I cristalli di quarzo isolati, infatti, non mostrano mai abito proprio e, quando non si tratta di plaghe a grande dimensione, riescono spesso allotriomorfi rispetto ai termini feldspatici. Il loro comportamento ottico è normale, ma l'indagine microscopica ha evidenziato la presenza di numerose inclusioni liquido-gassose ed una estinzione ondulata notevolmente accentuata.

Aspetti veramente singolari e nettamente contrastanti con quelli ora descritti mostra, invece, il quarzo incluso nel feldspato potassico. Giova, infatti, precisare che — almeno per i materiali pegmatitici sino ad oggi esaminati — il quarzo incluso è ascrivibile a due categorie legate ad altrettante modalità genetiche: cristalli idiomorfi (spesso a contorno esagonale con orli sfumati, a volte con profonde tasche di riassorbimento magmatico) e cristalli senza abito proprio, vere e proprie lacinie quarzose dal contorno vario, sparse a mosaico nella microclino-perthite.

Per la prima categoria, a parte lo spiccato idiomorfismo dei singoli cristalli ed i fenomeni di reazione e riassorbimento, l'esame microscopico ha evidenziato l'assenza sia delle inclusioni liquido-gassose, sia dell'estinzione ondulata. Per i cristalli senza abito proprio e senza bordo di reazione con il feldspato includente, invece, la peculiarità fondamentale è data dalla palese, costante orientazione ottica che tutte le lacinie quarzose, ospiti di uno stesso feldspato potassico, presentano all'osservazione. Anche riguardo a queste ultime non si apprezzano nè inclusioni, nè estinzione ondulata.

L'associazione dei termini sialici è completata dalla presenza del plagioclasio, nettamente subordinato sia al microclino che al quarzo. Si tratta di rari cristalli di dimensioni varie, debolmente sericitizzati, a volte zonati, con tendenza ad assumere in qualche caso un abito proprio. Generalmente non è dato osservare sfaldature.

La geminazione più frequente è quella secondo la legge dell'albite, ma è stata pure notata qualche geminazione albite-Carlsbad e secondo la legge albite-periclino. A parte il plagioclasio albitico dovuto agli smescolamenti peritici del microclino, e le strutture zonate, i vari termini esaminati sono ascrivibili ad una unica generazione plagioclasica e, come mostra la seguente tabella, sono caratterizzati da un pressochè costante tenore in anortite (28% An).

Plagioclasì presenti nelle facies pegmatitiche di Cala Francese

gemin. per emitr. normale	ang. max. est. su sez. \perp {010} = + 10°		Ind. rifraz. > 1,537 Birifraz. negativa	Oligocl. 28 % An
gemin. per emitr. comples.	Est. I 2°	Est. II 8°	Ind. rifraz. > 1,537 Birifraz. negativa	Oligocl. 28 % An

All'associazione paragenetica fondamentale, si aggiunge la biotite, generalmente rara nei materiali pegmatitici, talvolta assente e sempre in uno stato di più e meno evoluta cloritizzazione.

Il suo abito lamellare, raramente idiomorfo, è assai spesso corrosivo e riassorbito sino ad assumere aspetti listiformi ed allungati nel senso delle sfaldature {001}, compresi tra le grandi plaghe di microclinopertite. Per trasparenza appare di colore variabile a causa del consueto pleocroismo che mostra, però, tonalità cromatiche tendenti al verde per alterazione in clorite.

I cristalli di biotite sono frequentemente inclusi nel plagioclasio, nella microclinopertite e nel quarzo, risultando talvolta che una stessa lamina appare racchiusa, nelle due parti terminali, da due feldspati di specie diversa (microclino e plagioclasio).

Si osservi infine che in tutte le lenti pegmatitiche si è rilevata, sia pure con intensità varia, la presenza di bordi di reazione tra plagioclasio e quarzo, microclinopertite e plagioclasio e, più raramente, biotite e plagioclasio, denuncianti la formazione di orli e lobi mirmechitici riportabili, come vedremo, alla stessa famiglia di fenomeni che hanno determinato gli smescolamenti pertitici e la segregazione di quarzo nel feldspato potassico.

Frequenti, anche se nettamente subordinati ai minerali fondamentali, sono i componenti accessori, tra cui prevale l'epidoto di tipo clinozoisite.

Questo minerale si presenta, abitualmente, con caratteri ottici costanti, a volte incluso nell'oligoclasio, a volte nella biotite, più di raro sotto forma di cristallini isolati che cicatrizzano (assieme a calcite secondaria) esili fratture della roccia. In questo caso la sua genesi è legata a fenomenologie tardive e, pertanto, allo stesso momento genetico che ha determinato la formazione delle geodi idrotermali.

Il suo abito è granulare, tendenzialmente informe quando si presenta come incluso, tabulare se in cristalli isolati. Per trasparenza appare incolore o debolmente verdolino, con accenni ad un pleocroismo appena percettibile e rilievo accentuato. Il segno della birifrazione è positivo e l'angolo di estinzione, misurato rispetto a sottili sfaldature, è di 15°, caratteri questi che consentono di classificare l'epidoto come termine spiccatamente calcico.

L'apatite ed il rutilo sono subordinati rispetto alla clinozoisite e, sovente, appaiono associati nelle lamine micacee. Nettamente distinguibili tra loro sia per l'abito che per il comportamento ottico appaiono in forma di gocce, la prima, con forte rilievo e segno negativo della birifrazione, mentre gli aghi di rutilo si presentano in cespuglietti dal notevole rilievo, caratterizzati da un fittissimo aggregato di esili prismi.

Infine, sempre in ruolo di accessori, vanno menzionati i rari minerali metallici (ossidi e solfuri), opachi al solo polarizzatore e, talvolta, dal contorno nettamente quadrato. Tra le sostanze metalliche, infine, particolarmente ben rappresentate, sono le rare lamine di ematite, presenti nella varietà micacea e riconoscibili per un accentuato pleocroismo dal rosso scuro al rosso arancio.

2) *Geodi idrotermali.*

Si è già accennato che le geodi idrotermali di Cala Francese si rinvencono sia isolate sia, più spesso, associate alle lenti pegmatitiche. In entrambi i casi la loro composizione mineralogica è costante.

Sono generalmente rappresentate da noduli macroscopicamente di colore verde scuro, dalle ragguardevoli proporzioni (5-6 cm. di diametro) che raggiungono, eccezionalmente, anche i 12 cm. e risultano costituite, in ordine di abbondanza, da: calcite, clorite, clinozoisite, ortite e quarzo. Alcuni Autori [2], [3], hanno pure identificato rare associazioni mineralogiche riferibili al gruppo delle zeoliti.

In sezione sottile la matrice carbonatica appare grigio-verdastra per trasparenza e, normalmente, sprovvista di geminazioni e sfaldature, essendo quasi esclusivamente rappresentata da una pasta finemente granulare, a forte rilievo, e con estinzione di aggregato. In essa sono disperse le laminette cloritiche unite in forma di ventaglio e a rosetta che, per trasparenza, appaiono debolmente pleocroiche dal verde pallido al giallo incolore, con sfaldature {001} incerte e poco evidenti. Il potere birifrattivo è molto basso ed il segno ottico positivo.

Soprattutto la distribuzione in prismetti vermicolari ed il segno della birifrazione, fanno ascrivere questo minerale alla proclorite, termine col quale vengono identificate [5] le cloriti il cui contenuto in Mg è sensibilmente maggiore (3 o 4 volte) al tenore in Fe.

Nuclei bellissimi di minerali appartenenti al gruppo degli epidoti si rinvencono, non di rado, sia in venature che attraversano la calcite,

sia in ammassi fibrosi, sia — infine — in cristallini aciculari, rastremati agli estremi e dalla morfologia perfetta.

Il più diffuso è la clinozoisite, in cristalli colonnari, fibrosi, con sfaldature nette secondo $\{001\}$ e $\{100\}$ osservabili solo negli epidoti di dimensioni cospicue. Generalmente incolori per trasparenza, a volte grigio-verdastri, sempre con rilievo accentuato, non presentano pleocroismo apprezzabile anche quando colorati. Il segno ottico è positivo con 2V piccolo e l'estinzione è inclinata di circa 15° rispetto alla traccia di sfaldatura $\{100\}$.

In quantità subordinata riguardo alla clinozoisite, che dai caratteri ottici risulta una miscela spostata verso termini calcici, è l'ortite (allanite), pure appartenente al gruppo degli epidoti.

Si distingue dalla clinozoisite perchè, di norma, è allungata secondo c e — soprattutto — perchè a differenza della prima, mostra un pleocroismo secondo lo schema:

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{giallo chiaro,} \\ \beta &= \text{giallo-bruno marroncino,} \\ \gamma &= \text{verde scuro.} \end{aligned}$$

Le sfaldature non sono di facile identificazione, trattandosi più spesso di striature parallele alla direzione secondo la quale il cristallo è allungato, confuse per i frequenti concreseimenti che l'ortite mostra anche in un solo individuo.

Numerose le zonature a cui forse è imputabile la variazione che il segno ottico assume anche nello stesso cristallo. L'angolo di estinzione, misurato tra la direzione di allungamento c e la vibrazione secondo α , è di circa 34° .

Nelle geodi di fase idrotermale sono stati pure osservati rari cristallini di quarzo.

3) Concentrazioni di termini femici.

Oltre che dalle lenti pegmatitiche e dalle geodi idrotermali, il settore di Cala Francese è, infine, caratterizzato dalla presenza di concentrazioni a soli termini femici (biotite e più raramente anfibolo) al più con rari sialici (feldspato potassico e, subordinatamente, plagioclasio e quarzo).

Questi minerali appaiono in concentrazioni tali da costituire chiazze ed allineamenti che interrompono la distribuzione isotropa dei componenti del granito, costruendo disegni quanto mai difformi e vari che vanno da alternanze rettilinee a successioni incurvate e localmente ispessite, a piccole associazioni in forma di virgola e di fiamma.

Notevole interesse petrografico, laddove si riscontrano macchie femiche a dimensioni più grandi rispetto alle altre (4-5 cm. di diametro), è dato dal bordo sfumato e riassorbito che queste mostrano nei riguardi della roccia granitica che le contiene.

In sezione sottile i nuclei a bordo sfumato mostrano struttura porfirica con fenocristalli di solo ortoclasio e pasta di fondo, con caratteri di eutettico, essenzialmente costituita da: biotite, sempre prevalente, e in via subordinata, plagioclasio di tipo oligo-andesina col 30% di An e, talvolta, quarzo.

Accessori più comuni sono la magnetite e la limonite.

Come si vede, in queste associazioni paragenetiche, compare per la prima volta il feldspato potassico monoclinico che, al microscopio, si mostra senza abito proprio, caolinizzato e per lo più geminato secondo l'emitropia parallela. Facilmente distinguibili sono le sfaldature {001} che formano un angolo di 7° con la bisettrice acuta α .

Il quarzo, quando presente, è riferibile a due generazioni: una idiomorfa, a contorno esagonale, inclusa nell'ortose dei fenocristalli mostrante fasce di reazione ai bordi; l'altra in granuli vermicolari, di tipo mirmechitico nella pasta di fondo a struttura eutettica.

In essa la biotite, spesso cloritizzata, è il minerale più abbondante, alternativamente associata allo scarso plagioclasio ed, eventualmente, al quarzo. Rare volte si è riscontrata la presenza di orneblenda verde, sfaldata secondo il prisma {110} e con pleocroismo nascosto da una accentuata alterazione. Su lamine {010} parallele al piano degli assi ottici, l'angolo di estinzione misurato tra la direzione dell'asse c e la vibrazione secondo γ è di 25° .

Osserviamo infine che il bordo riassorbito delle chiazze femiche, non ha rivelato variazioni di composizione mineralogica rispetto alla parte centrale, le sue sfumature risultando esclusivamente da un maggiore o minore arricchimento in biotite.

Considerazioni petrogenetiche sulle facies granitiche di Cala Francese.

Le osservazioni condotte sul terreno e lo studio in sezione sottile hanno posto, anche se in fase preliminare, il problema circa le modalità genetiche delle lenti pegmatitiche di Cala Francese. Se nei riguardi delle prime è rimarchevole la loro giacitura non filoniana, per l'esame microscopico particolare importanza assumono i caratteri strutturali ed i reciproci rapporti genetici che intercorrono tra le varie sostanze sialiche.

Su queste dominano i caratteri della cristallizzazione eutettica: ciò sembrerebbe dimostrato dalla presenza del quarzo granofirico nel feldspato potassico e confermato dalle periti e dalle mirmechiti. Tutti aspetti, questi, particolarmente frequenti in ambientazioni eutettiche.

Solo i cristalli di quarzo ad abito idiomorfo inclusi nella microclino-peritite e, con dubbio, le rare laminette micacee, parrebbero rivelare una priorità genetica sugli altri minerali. Priorità che, qualora confermata dai risultati dell'analisi chimica, dimostrerebbe come la cristallizzazione della massa fusa si sia iniziata a temperature relativamente alte, con concentrazioni spostate verso la silice, ed abbia poi proceduto verso un eutettico quarzo-microclino-oligoelasio.

Secondo questa ricostruzione le pegmatiti di Cala Francese risponderebbero in pieno alla genesi del cosiddetto « granito grafico » (Schiff Granit dei petrografi tedeschi [1]) e l'accrescimento megaforme di alcuni termini feldspatici andrebbe riferito a fenomeni di ricristallizzazione tardiva.

Il successivo concentrarsi a termalità decrescente delle soluzioni residuali, avrebbe poi originato le geodi idrotermali a calcite, clorite ed epidoto prevalenti.

Qualche perplessità di interpretazione genetica mostrano le associazioni dei termini femici, soprattutto quelle ad orli sfumati e riassorbiti per le quali, almeno allo stato attuale delle ricerche e pur non rifiutando a priori l'ipotesi di concentrazioni autigene, ci sembra più logico il riferimento a materiali assimilati e non completamente digeriti dalla massa granitica.

Problemi di notevole interesse, comunque, che verranno più dettagliatamente affrontati una volta completati il rilevamento geopetrografico dell'Arcipelago della Maddalena e le ricerche di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DRESCHER F. K. KADEN, *Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefuge der Granit und Gneise*. Berlino, 1948, pag. 105 e segg.
- [2] LOVISATO D., *Le specie finora trovate nelle granuliti di Cala Francese* « Rend. Acc. Lincei », Anno CCCX, 1913, pag. 403.
- [3] RIMATORI C., *La prehenite ed altre zeoliti di Cala Francese* « Rend. Acc. Lincei », Vol. XI, ser. V, 1902, pag. 542.
- [4] RIVA C., *Le rocce granitoidi e filoniane della Sardegna* « Atti R. Accad. sc. fis. matem. », Vol. XII, ser. II, 9, 1904, pag. 15.
- [5] WINCHELL A. N., *Elements of optical mineralogy* Sec. Part., III Edizione, 1946, pag. 284.