

IDA VENERANDI PIRRI (*)

LE PARAGENESI A MINERALI DI RAME DI CALABONA IN SARDEGNA (**)

ABSTRACT. — The copper ore deposit Calabona (Sardinia) occur at the contact between a porphyrite dyke of Jurassic age and a Triassic carbonate sequence.

From mineralographic studies three ore mineral assemblages have been distinguished: *a*) an *oxidation zone assemblage*, with cuprite, native copper, tenorite, azurite, malachite, chrysocolla, goethite, manganite, pyrolusite; *b*) an *enriched zone assemblage*, with neodigenite, chalcocite, covellite; *c*) a *primary sulphide zone assemblage*, with pyrite, marcasite, enargite, luzonite, tetrahedrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, bornite, native gold.

In this study, interesting for the variety of the ore minerals and for the observed structures and textures, the following minerals new for the investigated deposit have been brought into evidence: tenorite, neodigenite, luzonite, «*permanent blue*» covellite, native gold, tetrahedrit. The occurrence of enargite, luzonite and native gold among the primary ore minerals and the analogy between the ore minerals occurring within the porphyrite and those forming the ore itself suggest that the Calabona ore deposit is indeed of *subvulcanic origin*.

Premessa.

Il deposito cuprifero di Calabona si trova a circa 3 km da Alghero (Sassari).

La coltivazione del giacimento, già noto in epoca medievale, ebbe inizio ai primi del secolo e proseguì con alterne vicende fino agli anni Cinquanta allorchè la miniera fu definitivamente chiusa.

Le prime ricerche, databili intorno al 1912, furono rivolte a minerali zinciferi e manganesiferi, mentre nel gennaio 1914 s'iniziò la vera e propria coltivazione del giacimento cuprifero.

(*) Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università degli Studi di Milano, Cattedra di Giacimenti Minerari.

(**) Studio eseguito con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La regione comprendente il deposito è stata oggetto di studio fin dal secolo scorso, da parte di vari Autori tra i quali Baldracco e Lamarmora e successivamente Millosevich, Manasse, Stella, Serra e altri ancora. Numerosi dati sono riportati nel lavoro di Ciampi del 1922. Si tratta tuttavia di lavori a carattere geologico minerario o strettamente mineralogico, mentre mancano studi minerografici di dettaglio volti a una più precisa definizione dei minerali metallici e dei loro rapporti paragenetici.

Il materiale oggetto di studio proviene in parte da Calabona, in parte da una ricerca sita in località Vessus a circa 3 km in linea d'aria dal giacimento.

Con spirito di riconoscenza desidero dedicare questo lavoro alla memoria del compianto prof. Dino di Colbertaldo, studioso appassionato e autorevole nel campo della minerografia.

La mineralizzazione si sviluppa a contatto tra una serie di calcari triassici e una porfirite giurassica. Secondo Ciampi il « minerale » non si troverebbe a contatto diretto calcare-porfirite se non tramite l'interposizione di una salbanda argillosa.

Il filone di *porfirite* ha un andamento all'incirca SW-NE e affiora per qualche km tagliando la serie carbonatica senza interessare le sovrastanti vulcaniti pre-Elveziane.

Dal punto di vista petrografico la roccia, alquanto alterata, si presenta di color grigio verde con fenocristalli bianchi o rossastri visibilmente zonati di dimensioni variabili da 1 mm a 1-2 cm e lamine micacee verde bruno a contorno esagonale. Al microscopio rivela una struttura porfirica con fenocristalli di quarzo, ortoclasio e plagioclasio. Il quarzo si presenta spesso in cristalli idiomorfi riassorbiti marginalmente dalla pasta di fondo, con frequenti estinzioni ondulate. L'*ortoclasio*, non geminato, è per lo più in avanzato stato di alterazione. Il *plagioclasio* fortemente zonato, con geminazioni secondo la legge dell'albite, albite-Carlsbad e albite pericline, ha composizione variabile da oligoclasico-andesinica a labradoritica. Esso è quasi sempre alterato in un aggregato finemente lamellare di quarzo e sericite.

Tra i fenocristalli sono frequentissime delle lamine spesso idiomorfe di una probabile originaria *biotite* che si presenta però totalmente trasformata in muscovite, clorite o calcite; in seguito alla trasformazione si è avuta la segregazione di minerali metallici e di aghetti finissimi di rutilo disposti radialmente a 60° (struttura sagenitica).

Tra gli *accessori*: *apatite*, *zircono* ed *epidoto* (« pistacite »).

Quasi sempre la porfirite appare più o meno fittamente punteggiata di mosche di minerali metallici. Questi, oltre a impregnare diffusamente la roccia, possono concentrarsi in piccoli nidi oppure disporsi tutt'intorno ai fenoeristalli o penetrare nel loro interno seguendo le discontinuità tra le zone di accrescimento. Dall'esame microscopico risulta trattarsi di *pirite*, *neodigenite*, *covellina* e *calcocite*.

I *calcari*, di color grigio chiaro e finemente stratificati, si rivelano totalmente cristallini al contatto con la porfirite. Lungo i piani di stratificazione si dispongono in letti irregolari degli individui idiomorfi o scheletri di *magnetite* e plaghe di *goethite*. La magnetite è talvolta martitizzata lungo i piani (111); per lo più è alterata marginalmente in *maghemite*. Può contenere piccole plaghe di *calcopirite* + *pirrotina* + *mackinawite*, di *pirite*, di *blenda* con smistamenti di *calcopirite*. La *goethite* si presenta in struttura finemente concrezionata e sostituisce pseudomorficamente una originaria *pirite* che si può osservare ancora in piccoli relitti.

Magnetite, ematite e maghemite, con i loro inclusi, sono geneticamente legate alla rielaborazione del contenuto geochimico della roccia carbonatica per l'azione termica del contatto con la porfirite, con eventuale debole apporto da parte della porfirite stessa; la *pirite* infatti è del medesimo tipo di quella contenuta nella porfirite.

Lo studio minerografico della mineralizzazione ha permesso di definire la presenza di una serie di minerali che possono raggrupparsi in tre distinti tipi di paragenesi:

- a) *paragenesi della zona di ossidazione*, con *cuprite*, *rame nativo*, *tenorite*, *malachite*, *azzurrite*, *crisocolla*, *goethite*, *manganite*, *pirolusite*;
- b) *paragenesi della zona di cementazione*, con *neodigenite*, *calcocite*, *covellina*;
- c) *paragenesi a solfuri primari* con metalli, con *pirite*, *marcasite*, *enargite*, *luzonite*, *tetraedrite*, *calcopirite*, *blenda*, *galena*, *bornite*, *oro nativo*.

Paragenesi della zona di ossidazione.

Minerali caratteristici della zona di ossidazione e tipicamente associati nel giacimento di Calabona sono la *cuprite*, il *rame nativo*, la *tenorite* e la *malachite*.

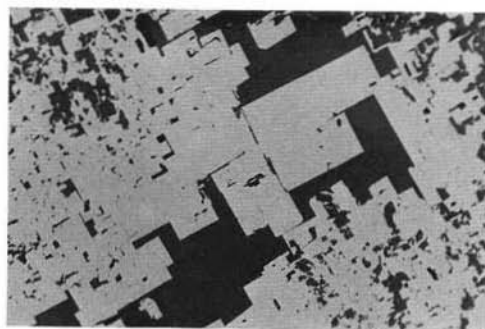
La *cuprite* in cristalli ottaedrici o cubici ben sviluppati (fig. 1 *a*) si presenta con i suoi più specifici caratteri. In particolare i riflessi interni sono fortissimi e il loro colore rosso sangue, non di rado visibile anche col solo polarizzatore, è caratteristico e talora addirittura diagnostico.

Essa contiene molto spesso delle plaghette più o meno sviluppate di rame nativo che hanno tutto l'aspetto di resti di sostituzione, ma che invece, secondo Ramdohr, sarebbero da ritenersi di deposizione contemporanea.

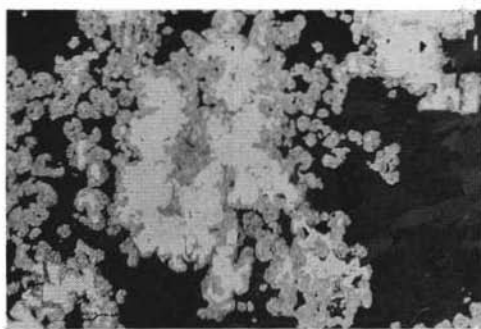
Dal canto suo la *cuprite* viene sostituita più o meno profondamente, e talora in perfette pseudomorfose, da *tenorite* e *malachite*.

FIGURA 1.

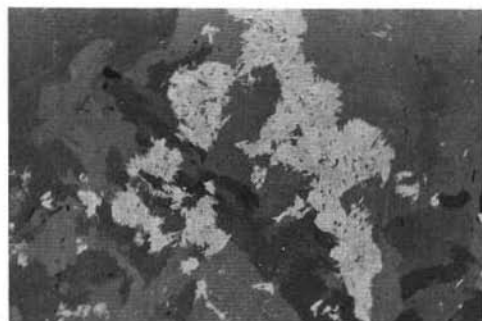
- a*) *Cuprite* in cristalli idiomorfi entro la ganga malachitica.
(solo polarizzatore, 130 ×)
- b*) *Tenorite* sferulitica (lamelline grigie pleoeroiche) sostituisce la *cuprite* (bianco) secondo un processo guidato dalle strutture di questa.
(solo polarizzatore, 150 ×)
- c*) *Tenorite* in lamelline raggiate pleoeroiche (grigio chiaro) entro *malachite* (grigio medio). Le zone più scure sono costituite da calcite.
(solo polarizzatore, 150 ×)
- d*) *Malachite* in lamelle fibroso-raggiate biriflettenti.
(solo polarizzatore, 150 ×)
- e*) Nella *neodigenite* (plaga centrale grigia) si possono osservare relitti di calcite in lamelle disposte a graticcio.
(solo polarizzatore, imm., 190 ×)
- f*) *Neodigenite* (lamelle grigio chiare) concresciuta con *covellina* (lamelle grigio scure) sostituisce *pirite* (cristalli e plaghe bianche).
(solo polarizzatore, imm., 190 ×)
- g*) *Calcocite* grigia in lamelle pleoeroiche.
(solo polarizzatore, imm., 240 ×)
- h*) Entro la *pirite* (campo chiaro) incluso di *enargite* (grigio medio) e *tetraedrite* (grigio chiaro) sostituite da *neodigenite* (grigio scuro).
(solo polarizzatore, imm., 240 ×)



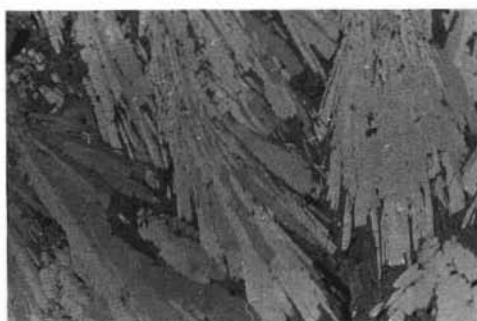
a



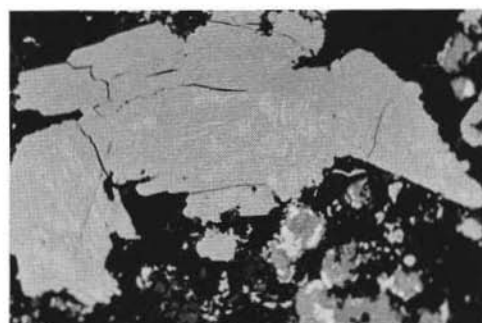
b



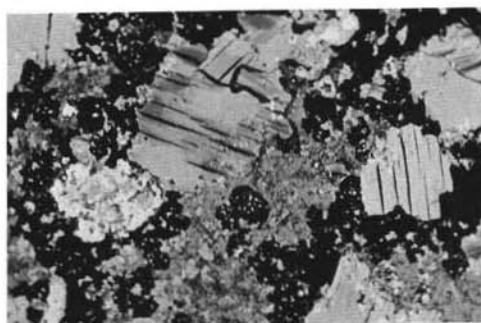
c



d



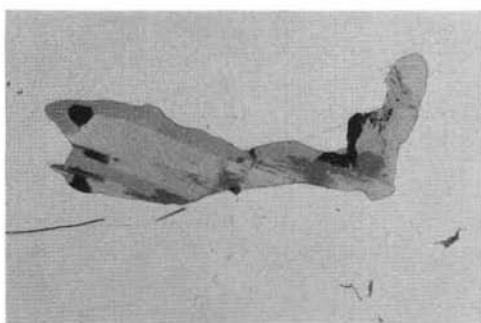
e



f



g



h

Fig. 1.

Il *rame nativo* è quasi sempre intimamente associato alla cuprite nella quale compare in numerose plaghetta più o meno irregolari. Può però trovarsi anche all'esterno di essa entro i minerali di ganga.

La *tenorite*, anch'essa sempre associata alla cuprite come minerale sostituyente, si deponde al margine dei cristalli o penetra lungo le microfrazture (fig. 1 *b*) invadendo la cuprite fino a sostituirla totalmente in forma di minuti globuletti a struttura fibroso-raggiata oppure di aggregati sempre fibroso-raggiati (fig. 1 *c*).

Nei confronti della cuprite, il colore di riflessione è nell'insieme grigio bruno leggermente giallorosato, il potere di riflessione inferiore e il pleocroismo molto vivace da grigio brunastro a giallino rosato. Gli effetti di anisotropia sono alquanto forti, con colori dal bleu al bianco.

La *malachite*, diffusissima nella paragenesi in oggetto, si presenta in struttura minutamente fibrosa oppure in fibre alquanto sviluppate (fig. 1 *d*). Otticamente ha i caratteri tipici dei carbonati, ma la biriflessione molto forte e i riflessi interni verdi che spesso mascherano gli effetti di anisotropia non permettono confusione con altri minerali.

Caratteristiche sono le pseudomorfose su cuprite. A volte la malachite si inserisce entro le fratture del quarzo, sostituendolo più o meno profondamente.

L'*azzurrite* che doveva essere alquanto comune è stata rinvenuta in modestissime quantità nei campioni esaminati. Si distingue al microscopio dalla malachite per il colore azzurro dei suoi riflessi interni.

La *crisocola*, diffusissima in patine e venette macroscopicamente ben riconoscibili, presenta al microscopio una struttura colloidale ed è ben distinguibile dalla malachite per mancanza di biriflessione e dal comune calcedonio per i suoi riflessi interni azzurro-verdi. Parrebbe in taluni casi dovuta all'alterazione della neodigenite.

La *goethite* è un minerale d'alterazione della pirite alla quale si trova costantemente associata sotto forma di finissimi accrescimenti concrezionari disposti attorno ai cristalli oppure come riempimento di fratture.

Al microscopio questo minerale è riconoscibile per il suo colore azzurrognolo, il potere di riflessione medio, i riflessi interni rossi o rosso arancio e gli effetti di anisotropia dai colori bleu inchiostro con N non perfettamente incrociati.

Manganite e *pirolusite* sono minerali tra loro strettamente connessi e anch'essi ascrivibili alla paragenesi della zona di ossidazione. Trattandosi però di campioni di discarica, non è ben precisabile la loro

provenienza, se dal giacimento cuprifero vero e proprio o dalle manifestazioni metallifere vicine.

La *manganite* è presente esclusivamente in resti entro la pirolusite oppure in xx al centro dei quali si sviluppano xx idiomorfi di pirolusite. Al microscopio si differenzia dalla pirolusite per il colore grigio più scuro; il pleocroismo è abbastanza marcato e gli effetti di anisotropia sono vivaci specie in olio con tinte rosa violacee caratteristiche.

La *pirolusite* compare in cristalli più o meno allungati fino ad aghiformi a sezione rombica oppure tabulare oppure in aggregati finemente raggiati che sostituiscono la manganite.

Dal punto di vista ottico il colore di riflessione è bianco crema, il potere di riflessione piuttosto elevato, il pleocroismo dal bianco giallino al grigio chiaro con sfumature verde oliva. A N+ gli effetti di anisotropia sono assai forti con colori più o meno vivaci in relazione alla orientazione. Frequenti le lamelle di geminazione dovute a tensione.

Carattere specifico del minerale è la presenza di microfratture disposte secondo l'allungamento dei cristalli talvolta ramificate e probabilmente dovute a contrazione della manganite per perdita di H₂O.

Paragenesi della zona di cementazione.

La *neodigenite*, insieme alla pirite, è il più diffuso minerale nel giacimento. Si trova in plaghe o in lamelle più o meno sviluppate con sfaldatura evidente sebbene di direzione non ben precisabile.

Dal punto di vista ottico si distingue dalla calcocite per il suo colore azzurro (\pm intenso nelle diverse varietà) che in olio diviene decisamente più forte e per la sua isotropia a N+. Sembra dovuta alla trasformazione della calcocite grigio azzurra lamellare che contiene in forma di relitti disposti a graticcio o a spina di pesce (fig. 1 e) o con la quale è in concrescimento lamellare da fine a finissimo. In tale ultimo caso anzi la neodigenite eredita in certo modo dalla calcocite grigia degli effetti di anisotropia che si manifestano secondo lamelle.

Interessanti e tipiche sono le tessiture di cementazione che la neodigenite, spesso concresciuta con covellina (fig. 1 f), opera sulla pirite

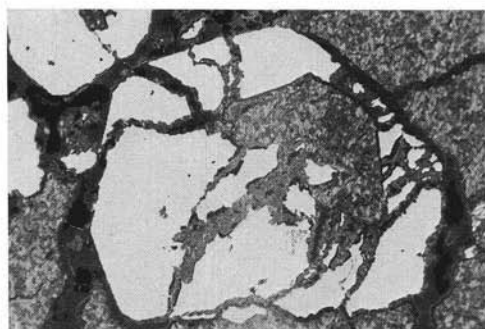
nella quale penetra attraverso le fratture sostituendola profondamente, fino a lasciarne minuti resti dispersi.

A volte ancora la neodigenite si sviluppa a spese di enargite e tetraedrite, a volte, lungo le fratture, si trasforma in covellina (a parquet); la pseudomorfosi può essere anche totale.

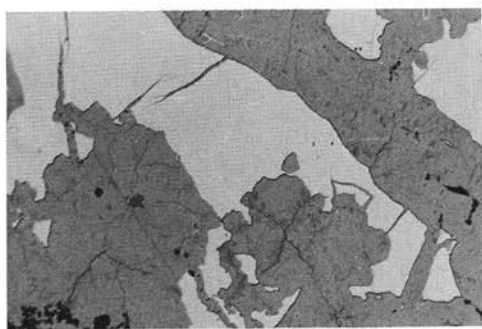
La neodigenite infine si decompone in un'associazione di bor-

FIGURA 2.

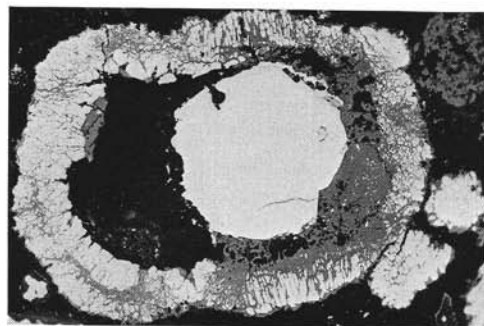
- a) Cristallo di pirite cataclastica sostituita da covellina (lamelline grigie di varie tonalità). Le venette grigio scure sono costituite da crisocolla.
(solo polarizzatore, 150 ×)
- b) Pirite (bianco) in plaghe fratturate e sostituite da calcocite grigia lamellare (campo grigio) in concrescimento con neodigenite in fini pacchetti di lamelle (grigio più scuro).
(solo polarizzatore, imm., 240 ×)
- c) Attorno a un cristallo di pirite (zona centrale bianca) si dispone la mareasite (bianco leggermente grigiastro) a struttura radiale messa in evidenza dal processo di sostituzione operato dalla neodigenite (grigio).
(solo polarizzatore, imm., 190 ×)
- d) Il processo di sostituzione selettiva operato da neodigenite (grigio) su pirite (bianco) mette in risalto in quest'ultima la presenza di due generazioni: una pirite I in cristalli idiomorfi, più compatta e resistente all'attacco delle soluzioni, e una pirite II, di accrescimento sulla prima, meno compatta, probabilmente a struttura metacolloidale, e più facilmente sostituibile.
(solo polarizzatore, imm., 150 ×)
- e) Pirite (bianco) viene sostituita da neodigenite (grigio) secondo un processo guidato dalla sua struttura radiale a pianta di fortezza.
(solo polarizzatore, imm., 150 ×)
- f) Tipica tessitura di cementazione con enargite (grigio) sostituita marginalmente e lungo le microfratture da tetraedrite (o «enargite verde», zone grigio chiare). I due minerali risultano a loro volta sostituiti da neodigenite (grigio scuro) e covellina (lamelline grigio scurissime).
(solo polarizzatore, imm., 190 ×)
- g) Nella pirite (bianco) si può osservare una plaga di luzonite nella quale sono visibili per il pleocroismo le lamelle di geminazione.
(solo polarizzatore, imm., 240 ×)
- h) Nella pirite (campo chiaro) si può osservare la luzonite nella tipica struttura a lamelle di geminazione polisintetica.
(N +, imm., 240 ×)



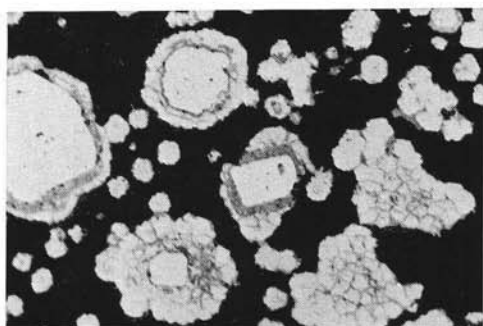
a



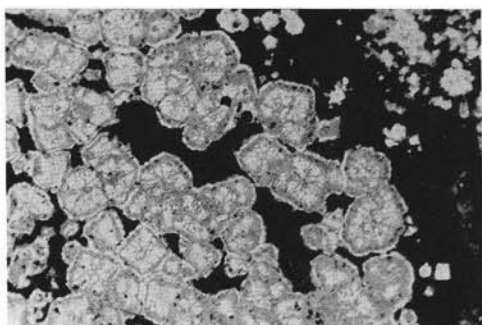
b



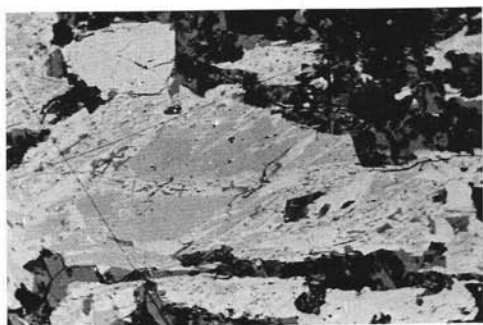
c



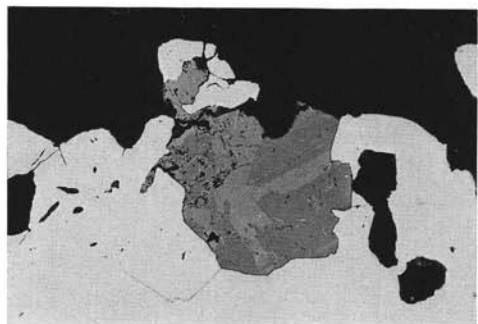
d



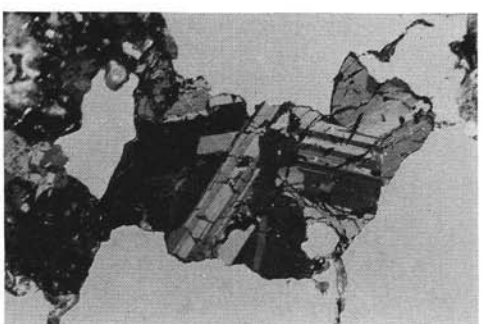
e



f



g



h

Fig. 2.

nite + calcocite lamellare + covellina, disposte in un fine concrescimento spesso lamellare; all'interno delle plaghe si notano delle zone lenticolari a struttura mirmechitica costituite probabilmente da tetraedrite + calcocite. A sua volta il minerale può presentarsi sostituito da crisocolla.

La *calcocite* si rinviene per lo più in resti lamellari entro la neodigenite (con o senza covellina) oppure in plaghe costituite da fini aggregati di lamelline anisotrope geminate polisinteticamente (fig. 1 g). A volte si presenta in lamelle disperse, a volte come fitta impregnazione della roccia.

Il suo riconoscimento dalla neodigenite è basato sui caratteri ottici. Rispetto a quella infatti il colore di riflessione è di un grigio azzurrognolo distintamente più chiaro, il pleocroismo è ben visibile in olio e gli effetti di anisotropia sono abbastanza decisi, specialmente con N non perfettamente incrociati.

La calcocite per lo più orla e sostituisce i frammenti di pirite cataclastica dando luogo a strutture tipiche di cementazione e ciò induce a ritenere la sua origine secondaria per cementazione di solfuri. A volte si possono osservare dei cristalli o plaghe di pirite completamente cataclasata e festonata e in gran parte sostituita da calcocite (fig. 2 b) con lamelle disposte normalmente al bordo. Le lamelle non sempre sono ben sviluppate nel qual caso si osserva una tessitura pavimentosa a grana molto fine. La calcocite è in parte concresciuta con neodigenite in fini pacchetti di lamelline.

A sua volta la calcocite può venir sostituita a coecarda da calcedonio.

La *covellina*, minerale tanto comune nel giacimento, si rinviene in due varietà. Accanto alla covellina normale infatti, dovuta a alterazione di altri minerali cupriferi (es. calcopirite) oppure del tutto indipendente, si può osservare, contenuta o meglio smistata in lamelle nella neodigenite, una covellina lamellare (la cosiddetta « permanent blue covellite »), distinguibile dalla prima per i suoi caratteri ottici. Anche in olio infatti, se si eccettua il normale abbassamento del potere di riflessione, si osservano i medesimi caratteri visibili in aria, senza cioè che si riscontri la particolarità del cambiamento di colore in rosso violetto. Ciò sembra dovuto alla presenza di una piccola parte di Cu_2S che riduce la dispersione causando quindi l'anomalia. Tale varietà precede in genere la covellina del tipo normale in ordine di deposizione, qualora sussistano entrambe; geneticamente sembra legata in

prevalenza a depositi subvulcanici del tipo « disseminated porphyry ores ».

La covellina sostituisce vistosamente la pirite (fig. 2 *a*) e inoltre marginalmente o lungo microfratture la bornite e la luzonite. Dato il suo abito lamellare, si insinua facilmente entro le fratture e gli spazi intercristallini ed è spesso in lamelle stirate e contorte con estinzioni ondulate, nell'interno delle più grosse lamine, a indicare una crescita in condizioni di tensione.

Paragenesi a solfuri primari.

Tra tutti i minerali la pirite è senz'altro il più diffuso nel giacimento in oggetto e si trova sia entro la porfirite sia nel « minerale » vero e proprio. Al microscopio sono riconoscibili con certezza almeno due piriti, distinguibili in base alla diversa struttura: una pirite I, più chiara, in xx idiomorfi, a struttura compatta, una pirite II, più bruna, anisotropa, in zone di accrescimento sulla prima oppure in xx isolati o tra loro addentellati, a struttura meno compatta per la presenza di fratture di contrazione, e sostituita da calcocite grigio azzurra con lamelle di neodigenite, nelle tipiche tessiture di cementazione (fig. 2 *d* e 2 *e*). Gli effetti di anisotropia possono porre in evidenza una struttura a scacchiera o a zone radiali. Se alla deposizione della pirite II preesisteva un cristallo del tipo I che è servito da nucleo, l'anisotropia si manifesta soltanto nelle zone di accrescimento successive le quali inoltre risultano le più facilmente sostituibili da calcocite.

La pirite è molto spesso interessata da processi di sostituzione da parte di diversi minerali, in primo luogo goethite, covellina, neodigenite e calcocite (fig. 2 *b*). In genere la deposizione della goethite è intermedia, mentre la neodigenite rappresenta l'ultimo minerale. Entrambe si sviluppano nella pirite pseudomorficamente. L'andamento del processo di sostituzione mette in risalto la struttura stessa della pirite (es. « a pianta di fortezza »). E' facile altresì notare delle aureole di cristalli di marcasite depositi con struttura radiale attorno a cristalli di pirite.

La pirite contiene inclusi di quasi tutti gli altri minerali che spesso rappresentano dei veri resti di sostituzione. A volte essa può rappresentare delle concentrazioni monomineraliche in tessitura breciolare.

La *marcasite* si trova quasi sempre associata alla pirite sulla quale assume una disposizione radiale (fig. 2 c) e della quale condivide le vicende.

L'*enargite* compare quasi esclusivamente entro la calcocite o la neodigenite dalle quali è distinguibile per il colore rosato, il più elevato potere di riflessione e per gli effetti di anisotropia sui colori grigio-rosso mattone. Più raramente si trova nella pirite. Si tratta certamente di uno dei primi minerali che, appunto per la sua priorità, ha subito trasformazioni e alterazioni varie. Esso si presenta infatti sempre solcato da microfrazture spesso disposte in un'unica direzione, ma talora costituenti un reticolato più o meno fitto lungo il quale l'*enargite* viene sostituita da tetraedrite (la cosiddetta « enargite verde ») (fig. 1 h). Tipica tessitura questa di cementazione. A volte l'*enargite* appare isotropa, richiamando piuttosto i caratteri della *famatinite* (*stibioenargite* di Strunz).

Accanto alla *enargite* si osserva la *luzonite*. Questo minerale presenta dal punto di vista ottico notevoli analogie con l'*enargite* dalla quale si distingue per la sua caratteristica peculiare costituita dalla presenza di fini lamelle di geminazione spesso in più direzioni (figg. 2 g e 2 h). Si incontra entro la pirite in piccoli resti oppure in plaghe di discrete dimensioni anch'esse fratturate. Oltre che da pirite viene sostituita, lungo le fratture e gli spazi interlamellari, da calcocite, covellina e goethite. Il minerale si associa anche a tetraedrite.

La *tetraedrite* compare sempre in stretta connessione con *enargite* e *luzonite* al cui riguardo si comporta come minerale sostituyente. Si tratta di una varietà di tetraedrite arsenicale detta anche « enargite verde » per la stretta affinità di composizione con quel minerale.

Niente di particolare è da notare riguardo a *blenda*, *galena*, *calcopirite* che si rinvencono in piccole plaghe per lo più entro la pirite.

Altrettanto può dirsi dell'*oro nativo* la cui presenza è estremamente rara e riscontrata esclusivamente entro la pirite.

Conclusioni.

Lo studio minerografico del materiale di Calabona, che si è rivelato di un certo interesse per la varietà dei minerali e per le strutture e tessiture osservate, ha permesso di definire minerali non ancora descritti per il giacimento quali tenorite, neodigenite, luzonite, covellina

anomala, oro nativo, tetraedrite. Inoltre la presenza di enargite, luzonite, oro nativo tra i minerali primari, l'analogia tra i minerali metallici della porfirite e la mineralizzazione vera e propria, la presenza di covellina « anomala » sembrano confermare la genesi subvulcanica del giacimento di Calabona e quindi il già apparente legame tra la porfirite e la mineralizzazione cupriferà.

Sono in corso ora studi comparativi con altri giacimenti cupriferi per una più precisa definizione delle condizioni di formazione di alcuni minerali.

BIBLIOGRAFIA

- BERNARDINI G. P., TANELLI G., TROSTI R. (1973) - *Relazioni di fase nel sistema Cu_2AsS_4 - Cu_2SbS_4* . Rend. SIMP, 29, 2, 281-296.
- CIAMPI A. (1922) - *Note geologico minerarie sui giacimenti cupriferi della Regione di Alghero*. Boll. Ass. Min. Sarda, 3, 27.
- FRENZEL G., OTTEMANN J. (1967) - *Eine Sulfidparagenese mit Kupferhaltigem Zonarpyrit von Nukundamu/Fiji*. Min. Dep. 1, 307-316.
- GAINES R. V. (1957) - *Luzonite, famatinite and some related minerals*. Amer. Mineral., 42, 766-779.
- LAMARMORA A. (1857) - *Voyage en Sardaigne III. P. Description géologique*. Turin.
- LEVY C. (1967) - *Contribution a la minéralogie des sulfures de cuivre du type Cu_2XS_4* . Mem. B.R.G.M., n. 54.
- MANASSE E. (1913) - *Azzurrite di Calabona presso Alghero*. Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat., 29.
- MANASSE E. (1918) - *Enargite di Calabona (Sardegna)*. Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat., 32.
- MANASSE E. (1920) - *Alunite sodico-potassica e cupriferà di Calabona (Sardegna)*. Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat., 33.
- MILLOSEVICH F. (1931) - *Brevi notizie di mineralogia italiana*. Per. Miner. II, 9.
- MOH G. H. (1971) - *Blue remaining covellite and its relations to phases in the sulfur rich portion of the copper-sulfur system at low temperatures*. Mineral. Soc. Japan., Spec. Pap. 1, 226-232, Proc. IMA-IAGOD Meetings 70, IMA Vol.
- OTTEMANN J., FRENZEL G. (1971) - *Neue Mikrosonden-Untersuchungen an Idait, Covellin und blaubleibendem Covellin*. N. Jb. Miner. Mh. 80-89.
- RAMDOHR P. (1969) - *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press, Oxford.
- SERRA A. (1935) - *Contributo alle conoscenze lito-mineralogiche dell'Algherese (Sassari)*. Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat., 45.
- SERRA A. (1936) - *Alcuni giacimenti minerari delle provincie di Sassari e Nuoro*. Ed. Conq. Imp.
- STELLA V. (1908) - *Relazione sulle ricerche minerarie nei giacimenti cupriferi del circondario di Alghero (Sassari)*. Boll. R. Com. Geol.