

GIORGIO PADALINO \*, ROBERTO VALERA \*

## LE INCLUSIONI FLUIDE NELLA FLUORITE D'ORIDDA

(SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE)\*\*

RIASSUNTO. — La fluorite ricorre in Oridda secondo due giaciture principali:

- associata agli skarn (Perda Niedda), al contatto tra granito e formazioni cambriche;
- in stock-works e sacche, nel riempimento di cavità carsiche del « Metallifero » cambrico (P.ta Nebidedda).

Lo studio di numerosi campioni di fluorite ha mostrato l'esistenza di rilevanti differenze nelle inclusioni fluide (IF) dei due tipi:

- Fluorite degli skarn: IF primarie in cristalli negativi frequentissimi; polifasiche (vapore+ liquido+ solido), accompagnate da microcristalli di halite, fluorite, minerali aciculari ecc.; temperatura di omogeneizzazione (TO)  $160^{\circ}$ – $400^{\circ}$ , mediamente  $300^{\circ}$ .

La cristallizzazione di questa fluorite è palesemente legata alla genesi prima dello skarn.

- Fluorite delle cavità carsiche: IF primarie in cristalli negativi rari; bifasiche (vapore+ liquido); TO  $110^{\circ}$ – $150^{\circ}$ . Inclusioni fluide secondarie: TO  $30^{\circ}$ – $150^{\circ}$ .

La coesistenza di IF primarie a TO  $110^{\circ}$  con secondarie a TO  $150^{\circ}$ , nel secondo tipo, unitamente ai caratteri della giacitura e ad altri dati di osservazione, testimonierebbe la presenza di relitti di una mineralizzazione a fluorite, riempimento delle cavità, antecedente ad un riscaldamento (verosimilmente legato al termometamorfismo ercinico).

ABSTRACT. — In Oridda (South-west Sardinia, Italy) fluorspar occurs either in skarn-type rocks, near the contact between granite and different Cambrian formations, or in karst filling in Cambrian limestones (« Metallifero »).

Strong differences have been found in fluid inclusions belonging to the fluorspar of both types:

- Fluorspar in skarns: very abundant primary fluid inclusions in negative crystals; usual daughter minerals, as halite and others; average omogeneization temperature  $300^{\circ}$ . The crystallization processes of this fluorspar are clearly related to the skarn genesis.
- Fluorspar in karst fillings: rare fluid inclusions in negative crystals; no daughter minerals; omogeneization temperature  $110^{\circ}$ – $150^{\circ}$ .

The coexistence of primary fluid inclusions with homogeneization temperature  $110^{\circ}$  and secondary ones with  $150^{\circ}$ , together with other data, point to the existence of an ancient fluorspar in karst fillings, which has undergone a late thermal event, very probably identified in ercynian metamorphism.

### Premessa

Le mineralizzazioni a fluorite dell'Oridda (Tav. 225 III SE dell'I.G.M.) hanno da tempo suscitato l'interesse degli studiosi, che ne hanno descritto le caratteristiche e l'ambientazione (URAS e VIOLO, 1964; PADALINO et al., 1972; CAVINATO, 1974); le

\* Istituto di Giacimenti Minerari, Geofisica e Scienze Geologiche della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari. \*\* Lavoro eseguito con il contributo del CNR nell'ambito del Centro Studi Geominerari e Mineralurgici della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari.

ipotesi relative ai processi minerogenetici, sinora avanzate, non hanno peraltro del tutto soddisfatto taluni problemi riguardanti sia la complessa fenomenologia evolutiva sia l'origine prima dei depositi.

Lo studio delle inclusioni fluide (IF) della fluorite ha fornito numerosi dati che possono contribuire a colmare almeno in parte le lacune esistenti.

Sono stati esaminati campioni provenienti, in particolare, da due tipi singolari di mineralizzazione: legate agli skarn di Perda Niedda la prima, insediata nelle cavità carsiche di Punta Nebidedda (loc. Su Barracconi) la seconda. Questi depositi si evidenziano, oltre che per i caratteri distintivi propri di ciascun tipo di giacitura, anche per il fatto di essere tra di loro adiacenti: cosicchè si presentano di indubbio interesse i problemi riguardanti gli eventuali legami tra i rispettivi processi genetici.

### Generalità

L'area in cui ricorrono le mineralizzazioni a fluorite è caratterizzata dall'affioramento delle rocce di serie cambrica e ordoviciana-silurica, recanti effetti localmente vistosi del termometamorfismo indotto dal granito ercinico.

Tali effetti si manifestano macroscopicamente particolarmente nella ricristallizzazione dei calcari, in cui sono frequenti plaghe anche estese costituite da un mosaico di cristalli di calcite, di lato fino a  $1 \div 2$  cm. Altri effetti notevoli sono testimoniati dalla varietà di rocce metamorfiche affioranti, come granatiti, ammassi a wollastonite prevalente, skarns a magnetite - fluorite - silicati vari. Una approfondita descrizione dell'interessante fenomenologia metamorfica offerta da quest'area è contenuta in alcuni lavori (URAS e VILOLO, 1964; McMOORE, 1972; CAVINATO, 1974) cui rinviamo per il dettaglio.

Una notevole importanza, per le relazioni che sussistono con i processi minerogenetici, riveste l'evoluzione morfologica subita dalla regione. In particolare il peneplano eotriassico (VALERA, 1974 b) è l'elemento strutturale che può aver giocato un ruolo fondamentale, tenuto conto anche della possibilità che esso abbia riesumato analoghi elementi della morfologia pre-ordoviciana.

### Le mineralizzazioni

Nell'area sono note numerose manifestazioni a fluorite, classificabili secondo quattro categorie:

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1) Skarn           | 3) Filoncelli           |
| 2) Cavità carsiche | 4) Accumuli dentritici. |

Le prime due rappresentano il motivo di maggior interesse, per le dimensioni e la frequenza, oltre che per il carattere peculiare dei processi genetici implicati dalla loro giacitura. Ad esse abbiamo dedicato la nostra attenzione, riservandoci in se-

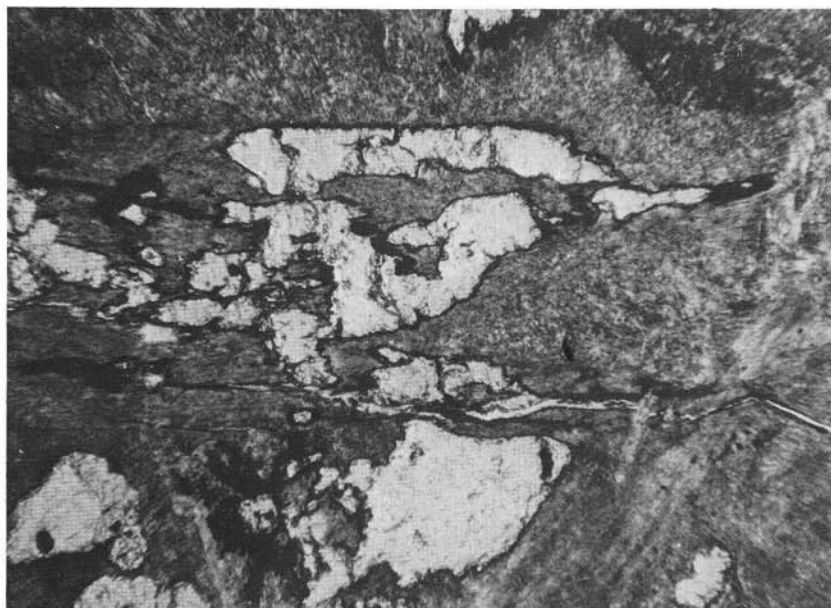


Fig. 1. — PERDA NIEDDA - Fluorite (bianca cribrosa) associata a silicati fibrosi. Luce trasmessa, solo polarizzatore - 113 x.

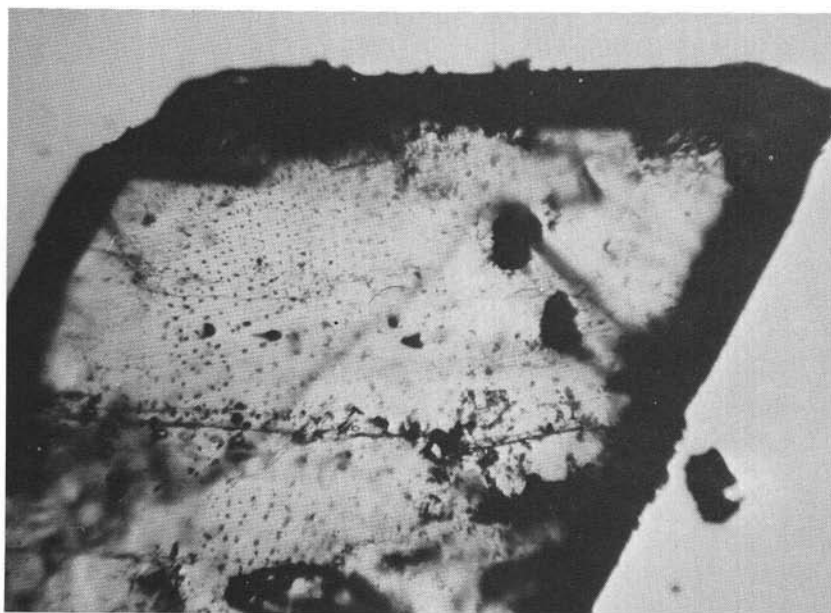


Fig. 2. — PERDA NIEDDA - Frammento di fluorite con piccole IF ordinate secondo schemi dendritici - 172 x.

guito di estendere le ricerche anche agli altri, nella prospettiva di uno studio globale fondato sul rilevamento dei dati delle inclusioni fluide, ad integrazione e correzione di quanto già noto sinora.

### 1) *Gli skarn*

In questo termine comprendiamo rocce di composizione litologica abbastanza varia, qui caratterizzata dalla associazione silicati-magnetite, con subordinate quantità di fluorite e minerali metallici quali ematite, pirite, blenda, calcopirite e relativi prodotti d'alterazione.

Tra i silicati più comuni citiamo pirosseno diopside, anfibolo actinolite, granati, clorite, wollastonite, epidoto.

Localmente alcuni di essi sono prevalenti: ad esempio l'associazione di Perda Niedda vede prevalere l'anfibolo, mentre il diopside è caratteristico di Sa Figu. Subordinati sono da ricordare steatite, quarzo, miche (muscoviti, biotiti, paragoniti), plagioclasti.

A somiglianza di quanto noto anche in altri ambienti analoghi, in zone più meridionali (VALERA, 1972), la fluorite (Fig. 1) si presenta quale riempimento interstiziale tra i diversi silicati, oppure concresciuta con essi, oppure ancora in idiolasti testimonianti una precoce cristallizzazione.

Le plaghe fluoritiche sono ricchissime di IF e sono spesso inquinate dalla presenza di minerali aciculari o filamentosi che la rendono alquanto torbida. Talora può costituire lenti praticamente monomineraliche di alcuni dm di potenza, fino a 1÷2 m, estese anche qualche decina di mq, come si può osservare nell'ammasso principale di Perda Niedda. Nessuna differenza macroscopica o microscopica intercorre, peraltro, tra questa fluorite e quella microassociata alla matrice silicatica.

### 2) *Le cavità carsiche*

Le assise carbonatiche cambriche sono delimitate, verso gli orizzonti basali ordoviciani, da una superficie peneplanata che sembra essere stata riesumata e riutilizzata dal penepiano eotriassico. In corrispondenza dei lembi di superficie, relitti di questo elemento strutturale, ricorrono cavità carsiche riempite da fluorite prevalente, accompagnate da calcite, barite e quarzo. Come ganga si osservano argilla e dolomia gialla.

Queste cavità sono state quasi del tutto svuotate dalle coltivazioni minerarie. Laddove porzione di riempimento originario è rimasta accessibile alla osservazione diretta si può osservare una costante successione paragenetica nei minerali, che li vede depositi secondo il seguente rapporto cronologico: 1) Fluorite; 2) Calcite; 3) Barite; 4) Quarzo.

Quest'ordine è particolarmente distinguibile negli stock-works che cicatrizzano i sistemi di fratture delle sponde delle cavità. Vi è anche una frazione carbonatica, inquinata da minerali argillosi, nella quale si osserva barite in cristalli tabulari o

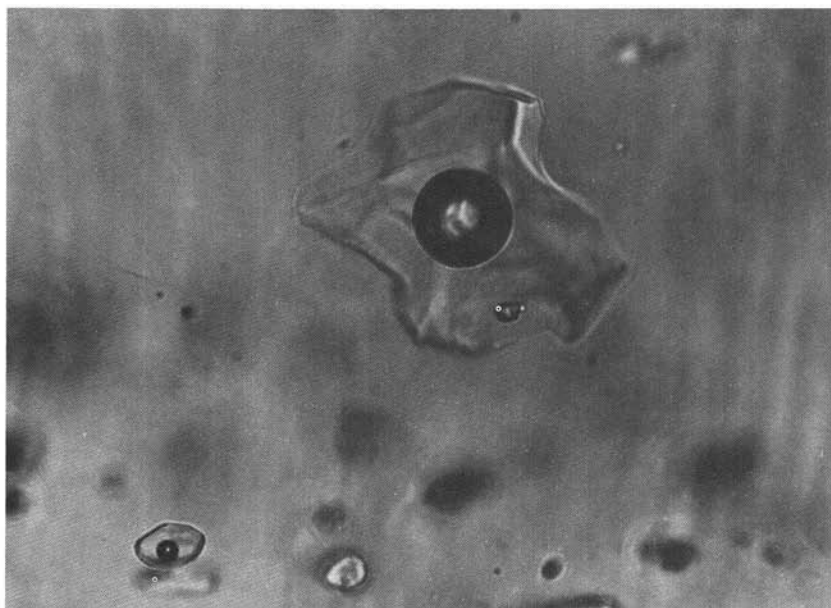


Fig. 3. — PERDA NIEDDA - IF trifase in cavità irregolare (il cristallino probabilmente è quarzo) e bifase in cristallo negativo - 1280 x.

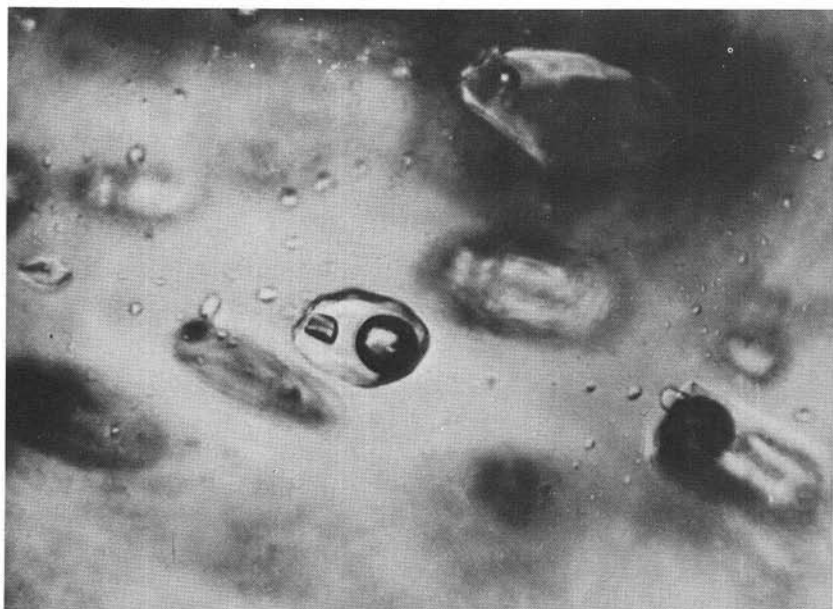


Fig. 4. — PERDA NIEDDA - IF trifase, con cristallino di halite. TO  $> 400^{\circ}$  (temperatura di decrepitazione) - 1280 x.



Fig. 5. — PERDA NIEDDA - IF trifase, con cristallini di halite. TO 375° - 1280 x.

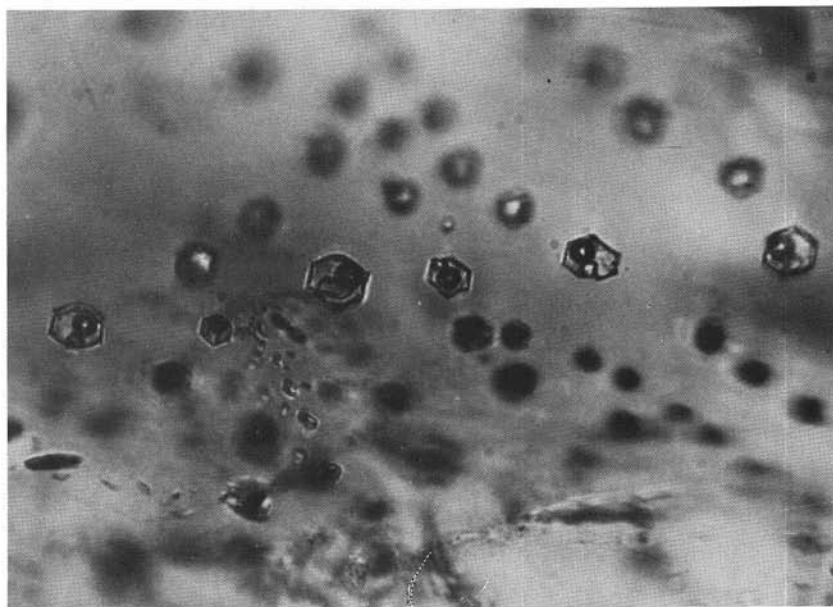


Fig. 6. — SA FIGU - Sistema lineare di IF trifase in cristalli negativi, con cristallini di halite. In profondità, sfuocati, si osservano altri sistemi, diversamente orientati. TO 250° - 472 x.

associati in rosetta, di dubbia posizione paragenetica, probabilmente identificabile con il riempimento originario della cavità, trasformato nell'attuale giacitura partendo da una iniziale fase idroplastica.

La fluorite si presenta sempre nelle bande esterne di vene a tessitura simmetrica, nelle quali la porzione centrale è occupata da calcite spatica, barite in ventagli di cristalli tabulari e quarzo in incrostazioni. Talora la fluorite è l'unico costituente delle vene e, se il riempimento è incompleto, forma gruppi di cristalli cubici di 1-2 cm di lato, ricoperti da un sottile velo quarzoso, in geodi. È incolore o, tutt'al più rosata, molto limpida.

### Le inclusioni fluide

Lo studio delle inclusioni fluide è stato condotto mediante la usuale metodologia (VALERA, 1974 a) su frammenti staccati da campioni provenienti dalle mineralizzazioni descritte. L'analisi termometrica è stata effettuata con l'ausilio dei tavolini riscaldanti Leitz 350 e 1350. Non è stata valutata la correzione per le pressioni, essendo d'interesse, nella fattispecie, solo i valori di temperatura relativi.

#### 1) *La fluorite degli skarn*

È particolarmente ricca di IF. Le primarie sono generalmente ospitate in cavità geometriche (cristalli negativi) a contorno cubico, ottaedrico, in forme complesse.

Le fasi presenti sono generalmente tre: solida, liquida e vapore.

La fase solida è costituita da cristalli cubici o prismatici di halite, talora di fluorite; più raramente si osservano ciuffi di minerali opachi aciculari o matassine filamentose. In un caso (Fig. 7 e 8) è stata rilevata la presenza di una pellicola rossastra, in forma di anello o cilindretto aperto, di difficile interpretazione.

La fase liquida è sempre incolore, oppure è costituita da una goccia di sostanza opaca che al riscaldamento si espande, senza contrarsi al successivo raffreddamento. Questo tipo di inclusione è stato interpretato come un idrocarburo (VALERA, 1974 a).

La fase vapore è geneticamente legata alla fase liquida, nè è stato mai rilevato alcun dato d'osservazione che indicasse la presenza di gas, come CO<sub>2</sub>.

Le temperature di omogeneizzazione (TO) sono sempre molto elevate; frequenti sono i casi in cui si ha decrepitazione del frammento prima dell'omogeneizzazione, a causa della bassa TO delle numerose IF secondarie presenti.

Gli intervalli rilevati vanno da 150° a oltre 400° C; nello stesso frammento possono essere presenti sistemi di IF a TO progressivamente variabili: ad es. 150° - 170° - 210°, 155° - 190° - 230°, 175° - 215°, 200° - 220°.

Dobbiamo peraltro rilevare che le temperature variabili con i valori riportati sono ricorrenti in un campo non superiore ai 220°. Le IF trifase, in cristalli negativi ben terminati, hanno generalmente TO 300° ÷ 350°. Le IF secondarie hanno TO 100° ÷ 150°.

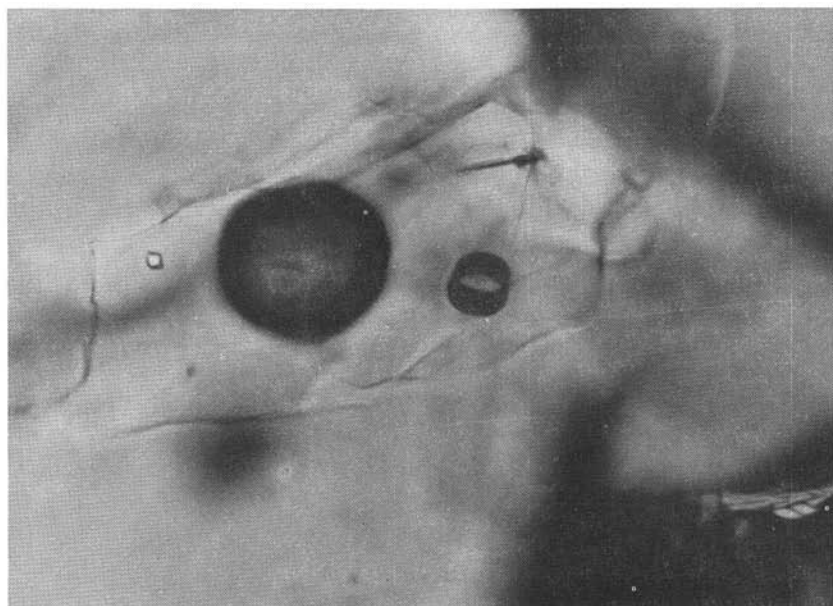


Fig. 7. — PERDA NIEDDA - Grande IF trifase. La fase solida è rappresentata da un cristallino di halite, un ciuffo di minerali opachi filamentoso-aciculari e una curiosa pellicola (rossastra) in forma di cilindro ad asse obliquo rispetto al piano della fotografia - 1280 x.

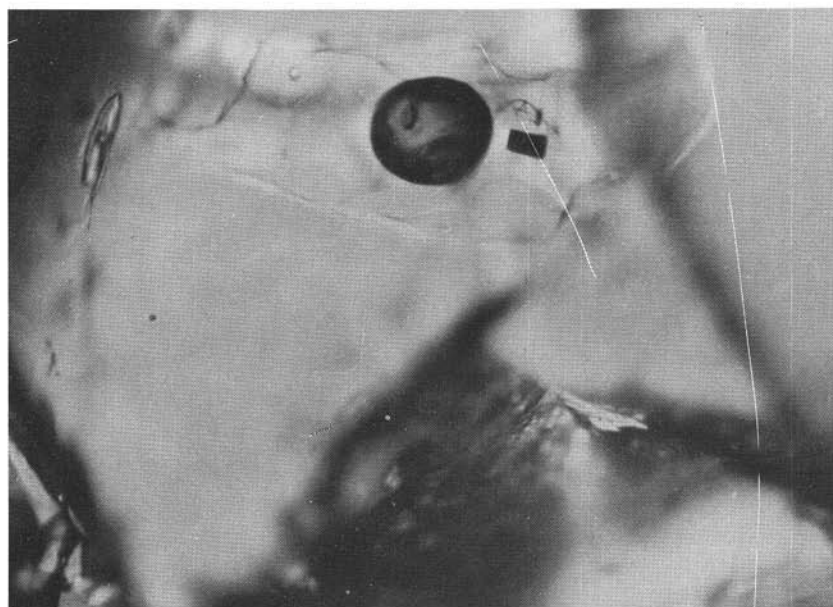


Fig. 8. — Stessa IF della figura precedente, dopo omogeneizzazione (TO 250°) e raffreddamento. Il cilindretto si è spostato (l'asse è attualmente parallelo al piano della fotografia) e i minerali aciculari si sono contorti - 800 x.



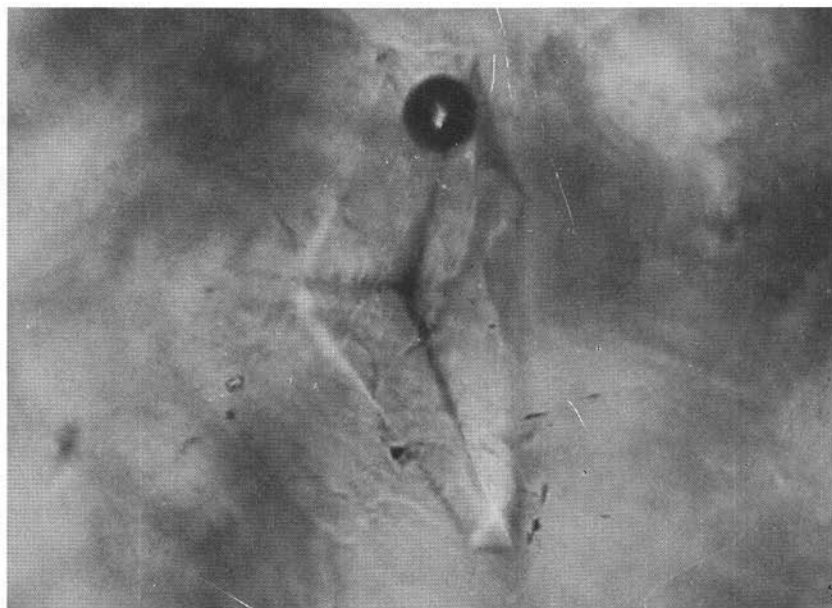


Fig. 9. — SU BARRACCONI - IF in cristallo negativo, TO 150° - 800 x.

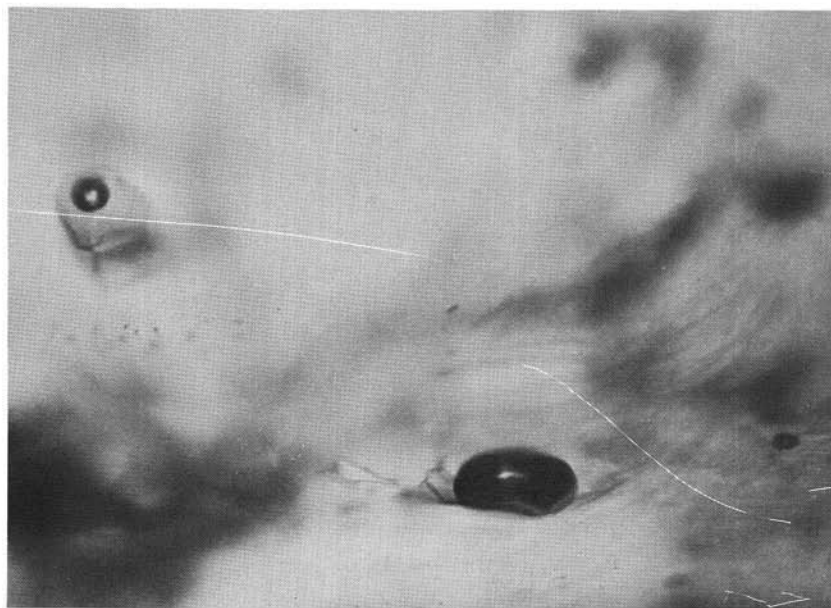


Fig. 10. — SU BARRACCONI - L'inclusione in primo piano è costituita probabilmente da una goccia di idrocarburo (espande a 200°). L'IF in alto a sinistra, bifase, ha TO 150° - 800 x.

La coesistenza di sistemi a TO variabile testimonia una analoga variabilità nelle condizioni che hanno presieduto al processo di cristallizzazione della massa. Tale variabilità è evidentemente legata sia all'ambiente chimico (composizione delle sostanze coinvolte) sia all'ambiente fisico (essenzialmente la temperatura). Gli equilibri raggiunti nei diversi punti, con la variabilità delle paragenesi nei minerali silicatici, confermano questa situazione.

I dati esposti, unitamente alle osservazioni petrografiche ed a quelle di campagna, indicano una fenomenologia complessa, cui hanno indifferentemente preso parte tutti i minerali ricorrenti, fluorite compresa, in condizioni di ambiente che ben si inquadrano in quelle ipotizzate per la genesi degli skarn.

## 2) *La fluorite delle cavità carsiche*

Rileviamo anzitutto come la fluorite qui ospitata sia assai più povera di IF, rispetto a quella degli skarn.

In secondo luogo si nota l'assenza della fase solida: le IF primarie, in rari cristalli negativi, sono tutte indistintamente bifase.

Le TO, infine, non superano mai i 150°, la media essendo tra 100° e 120°.

In alcuni casi (peraltro non frequenti) si è notato in uno stesso frammento che le IF primarie avevano TO 110° e le secondarie 150°. Ciò testimonia un aumento della temperatura dell'ambiente posteriore alla deposizione da parte della fluorite: la TO 150° è comune dei gruppi di cristalli cubici che formano le rare geodi negli stock-works che percorrono le pareti delle cavità, e indica quindi la conclusione del processo mineralizzante a tale temperatura.

Molto più frequente è la presenza di quelle inclusioni che abbiamo ipotizzato essere di idrocarburi. La loro temperatura di « liquefazione » è, mediamente, di 175°.

## Conclusioni

Risulta evidente, per quanto sopra esposto, che la fluorite appartenente ai due tipi di mineralizzazioni si è formata in condizioni ambientali essenzialmente differenti. Le TO e i caratteri morfologici e di composizione, inoltre, testimoniano una temperatura di cristallizzazione molto più elevata negli skarn, nonchè una composizione dei fluidi circolanti più ricca in sostanze disciolte, tale da consentire la separazione di fasi solide abbastanza eterogenee.

Al contrario, la fluorite dei riempimenti carsici testimonia un ambiente più omogeneo, di temperature contenute, con un episodio iniziale relativamente freddo, successivamente interessato da un evento termico, non paragonabile comunque alle temperature cui sono stati soggetti gli skarn.

Le deduzioni, che si possono trarre da questi dati d'osservazione, sono essenzialmente di due ordini. Anzitutto, l'ordine di grandezza delle temperature assolute

tenderebbe ad escludere una formazione della fluorite come prodotto di processi legati alla dinamica esogena.

In secondo luogo, gli unici relitti di una mineralizzazione preercinica possono ricercarsi nella fluorite delle cavità carsiche, le cui IF primarie hanno TO inferiori a quelle delle IF secondarie. Si può così prospettare l'ipotesi di una preesistenza di mineralizzazioni a fluorite in ambiente carsico, legata alla morfologia preordoviciana ma comunque connessa a deposizione in ambiente termale relativamente elevato, riattivate e coinvolte dal metamorfismo ercinico.

Queste indicazioni sollecitano un approfondimento delle ricerche tale che, come più sopra detto, si possa avere un quadro globale in cui inserire senza sforzo tutte le manifestazioni a fluorite note nell'area, sia dei tipi qui analizzati, sia dei tipi finora trascurati.

#### BIBLIOGRAFIA

- CAVINATO A. (1974) - *Le concentrazioni fluoritiche in Sardegna*. L'Industria Mineraria, 25 (9, 10).
- MOORE J. McM. (1972) - *Supergene mineral deposits and physiographic development in southwest Sardinia, Italy*. Inst. Min. Metall. Trans., Sect. B, 81, 59-66.
- PADALINO G., PRETTI S., TAMBURRINI D., TOCCO S., URAS I., VIOLO M., ZUFFARDI P. (1972) - *Carsismi e mineralizzazioni*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 28 (1), 215-230.
- URAS I., VIOLO M. (1964) - *Su alcuni fenomeni metamorfici in Oridda (Sardegna)*. Nota I e II. Rend. Soc. Min. It., 20, 279-316.
- VALERA R. (1972) - *Le contattiti a fluorite del Sulcis (Sardegna sud-occidentale)*. Atti Giorn. St. Fluoriti Ital., cap. 3/15, Torino.
- VALERA R. (1974 a) - *Appunti sulla morfologia, termometria e composizione delle inclusioni fluide di fluoriti sarde*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 30 (1), 459-480.
- VALERA R. (1974 b) - *Genesi ed evoluzione delle mineralizzazioni del Sarrabus (Sardegna sud-orientale)*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 30 (2), 1081-1108.
- VALERA R., ZUFFARDI P. (1970) - *La geochimica del tungsteno nel Paleozoico della Sardegna*. Nota 1. Rend. Soc. It. Min. Petr., 26.
- VERKAEREN J., BURCKHARDT C.E. (1974) - *Les skarns à magnétite de S. Leone (Sardaigne sud-occidentale)*. Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, 27 (2), 1-163.