

BRUNO DI SABATINO *, EUGENIO BARRESE *, CIRIACO GIAMPAOLO *

SULLA GENESI DELLE FLUORITI « SEDIMENTARIE » AREA MERIDIONALE DEL SISTEMA VULCANICO SABATINO **

RIASSUNTO. — Sono stati presi in esame i giacimenti di fluoriti, cosiddette « sedimentarie », di Castel Giuliano-Pianciano, del Fosso delle Ferriere e di Cornazzano, tutti situati nell'area sud-occidentale del Sistema Vulcanico Sabatino.

Per varie considerazioni, soprattutto giaciturali e mineralogico-petrologiche, le mineralizzazioni non possono essere interpretate come un prodotto di deposizione in ambienti lacustri (da cui deriva la definizione di fluoriti « sedimentarie »).

Il presente studio offre una diversa interpretazione genetica: l'origine è connessa con una estrazione del fluoro da originali orizzonti triassico-paleozoici del substrato (« Verrucano s.l. »), in rapporto agli eventi vulcanologici.

La rimobilizzazione ed il trasporto sono ad opera di fluidi, per la gran parte di primigenia origine vadosa, pervenuti sin al di sotto delle serie carbonatiche, e riequilibrati in ambientazioni ipoabissalistiche con i prodotti delle trasformazioni metamorfico-metasomatiche, di varia entità, dell'originario basamento di tipo « toscano ».

Al livello delle coperture piroclastiche, la fissazione del fluoro avviene con modalità diverse ma, per lo più, sotto il controllo della falda freatica e al di sotto di orizzonti impermeabili, soprattutto in prossimità delle risorgenze; la vulcano-tettonica e la neotettonica ringiovaniscono le fratture che tendono ad occludersi per reazioni chimiche e deposizioni.

Il modello genetico è estrapolabile anche per le deposizioni di pirite, di anidrite, solfati alcalini del pozzo « Cesano I » (M. Sabatini Orientali), di alunite, di caolinite, halloysite, gesso e travertino, quando si tenga però conto delle diversità chimiche di partenza, del percorso, e della diversificazione dei processi che possono susseguire in ambienti supergenici.

ABSTRACT. — Deposits of the so-called «sedimentary» fluorites of Castel Giuliano-Pianciano, Fosso delle Ferriere and Cornazzano, all located in the south-western area of the Monti Sabatini volcanic system, were studied.

Based on various considerations, concerning above all emplacement, mineralogic and petrologic aspects, mineralizations cannot be interpreted as a product of deposition in lacustrine environments (from which derives the definition of «sedimentary» fluorites).

This study offers a different genetic interpretation: their genesis is linked to an extraction of fluorine from original Triassic-Paleozoic « Verrucano s.l. » layers of the substratum, in relation to volcanologic events.

Removal and transport are made by fluids, mostly of primitive supergenic origin, arrived at the bottom of the carbonate series and re-balanced, under hypoabyssal conditions, with the products of the metamorphic-metasomatic transformations, to a varying extent, of the original « Tuscan »-type basement.

In the proximity of pyroclastic covers, fluorine fixation occurs with different modalities but generally under the control of the water-bearing stratum and below impermeabilised layers, especially near resurgences; the volcano-tectonics and neotectonics rejuvenate the fractures which tend to sealing by chemical reactions and depositions.

* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università degli Studi di Roma. ** Sotto gli auspici del progetto « Geolazio » e del Centro di studio per la Mineralogia e Petrologia delle formazioni ignee del C.N.R..

The genetic model can be extrapolated also for the depositions of pyrite, anhydrites, alkaline sulphates of the well « Cesano I », alunites, kaolinites, halloysites, gypsums and travertines, but account should be taken of the chemical differences of origin, route and diversification of the processes which occur in supergenic environments.

Introduzione

Il problema genetico delle fluoriti del settore vulcanico Sabatino, a nord di Roma, appare, nonostante i numerosi contributi analitici e le ipotesi sulla genesi dovuti a vari studiosi, ancora aperto, in quanto le trattazioni risultano per lo più isolate dal contesto vulcanologico, vulcano-tettonico, neotettonico e dal tipo di substrato attraversato dai fluidi mineralizzatori.

Le ipotesi finora avanzate sul tipo di ambiente deposizionale convergono tutte per una diretta deposizione lacustre; di conseguenza le mineralizzazioni sono state sinora definite come « sedimentarie ».

Divisi sono invece i pareri sulla derivazione del fluoro; tra le principali teorie hanno avuto maggiore credito quelle che ipotizzano la provenienza:

- a) da soluzioni idrotermali con trasporto di fluorite allo stato colloidale;
- b) da esalazioni legate al vulcanismo;
- c) da rielaborazione clastica di depositi preesistenti;
- d) da dilavamento superficiale per attacco chimico operato su scorie vulcaniche e successiva precipitazione per reazioni chimiche o per evaporazione del solvente.

Lo scopo del presente lavoro è quello di prospettare un'organica interpretazione genetica e deposizionale degli adunamenti di fluoriti dell'area meridionale del Sistema Vulcanico Sabatino, ricercando le origini prime del fluoro, prospettando le possibili cause della sua rimobilizzazione, risalendo alla natura e alla composizione essenziale dei fluidi mineralizzatori e delineando infine gli aspetti vulcano-tettonici e neotettonici che hanno regolato, ed in alcuni casi regolano ancora, la deposizione della fluorite.

Posizione stratigrafica delle principali mineralizzazioni

I principali depositi di fluorite « sedimentaria » del Sistema Vulcanico Sabatino sono stati rilevati e cartografati da BOTTINO (1976) e da MASTRANGELO (1976), alle pubblicazioni dei quali si rimanda.

Nel presente lavoro sono stati presi in esame soltanto i giacimenti di Castel Giuliano-Pianciano, quello del Fosso delle Ferriere e l'adunamento di Cornazzano, che sono i principali fra quelli situati nell'area sud-occidentale del suddetto sistema vulcanico e mostrano, ciascuno, alcune particolarità genetiche specifiche.

La loro collocazione stratigrafica viene riportata in fig. 1. In sintesi l'adunamento del Fosso delle Ferriere soggiace al « tufo rosso litoide » (0,52 m.a., NICOLETTI, 1969), quello di Cornazzano è ubicato pochi metri a tetto dello stesso « tufo rosso litoide », mentre i giacimenti di Castel Giuliano-Pianciano sono direttamente sottostanti al « tufo di Bracciano » (0,2-0,1 m.a.).

Caratteri giaciturali

La concentrazione del Fosso delle Ferriere (Quarto Monte Cucco) è lentiforme, ma non presenta, agli affioramenti, alcun indizio testimoniante un originario ambiente lacustre; il suo limite inferiore è netto, mentre quello di tetto è decisamente sfumato. Le variazioni cromatiche, dal bianco (lisciviazione del ferro) al marrone, coincidono con una diminuzione del contenuto in fluorite verso i margini rastremati della concentrazione.

Per i «tufi varicolori di Sacrofano», entro i quali è localizzata la mineralizzazione qualche metro al di sotto del «tufo rosso litoide», sono state di frequente riscontrate le impronte di una sedimentazione acquosa degli orizzonti piroclastici.

Il giacimento di Cornazzano mostra anch'esso una giacitura che mal si accorda con un ambiente lacustre. Infatti esistono sensibili dislivelli dell'ordine anche di



Fig. 1. — Colonna stratigrafica «tipo» delle vulcaniti con localizzazione degli andamenti di fluorite (in nero) nell'area sud-occidentale del Sistema Vulcanico Sabatino.

qualche metro, quando si prenda in considerazione l'altimetria del contatto di tetto in rispondenza dei fronti di cava posti a monte e a valle della carreggiabile Tragliatella-Cornazzano. Inoltre nello spaccato visibile lungo la stessa strada, poco prima di pervenire ai due fronti di cava, sono visibili numerosi inclusi lavici e rare scorie trattenuti nella mineralizzazione; tali inclusi sono del tutto confrontabili con quelli presenti nei relativi prodotti piroclastici dell'area non interessata dalla mineralizzazione; sono però stati sottoposti a sensibile attacco chimico crescente dai bordi al nucleo ad opera dei fluidi mineralizzatori (vedi figg. 2 e 3). Tali inclusi dovevano quindi essere preesistenti (depositi piroclastici con inclusi lavici) ed in tal caso la mineralizzazione è successiva alla deposizione della piroclastite con inclusi lavici o, sempre attenendosi all'ipotesi di una genesi lacustre, emessi e depositi all'atto della formazione del giacimento della fluorite, per poter essere sottoposti ad attacco chimico.

Sedimentologicamente ci riesce difficile pensare ad una deposizione lacustre di una fanghiglia fluoritica nel cui interno possano rimanere sospesi inclusi lavici, che superano anche i 10 cm di diametro, nonostante l'elevata energia cinetica posseduta dagli stessi al momento dell'impatto.

In corrispondenza delle mineralizzazioni di Castel Giuliano-Pianciano, i «tufi stratificati varicolori de La Storta» mettono in evidenza locali ambienti di deposizione limnico-palustri.

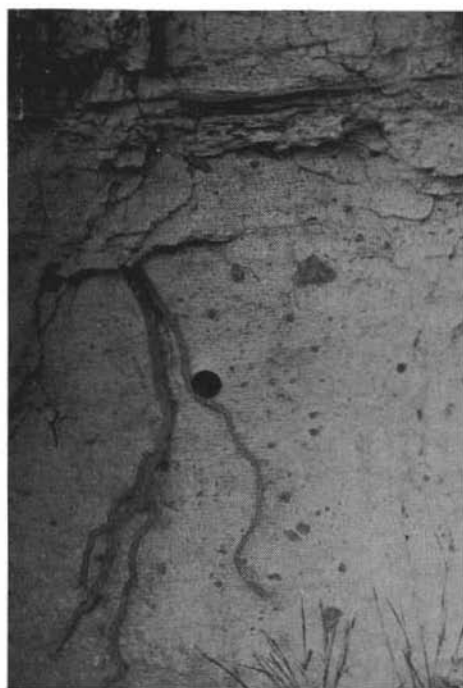


Fig. 2. — Inclusi lavici « sospesi » nella mineralizzazione a fluorite di Cornazzano (per le dimensioni confrontare con il copriobiettivo della macchina fotografica).

mente « torbosi », che si proseguono e, localmente, in alcuni settori, coinvolgono anche le parti basali del « tufo di Bracciano ». Il contatto tra i livelli impermeabili e il giacimento a fluorite, oltre ad essere tendenzialmente inclinato verso sud, mostra andamento talora irregolare con disposizione localmente cupoliforme e non può quindi attestare l'esistenza di un bacino lacustre, nel quale possa essere stata operata la deposizione « sedimentaria » della mineralizzazione. D'altro canto dove il contatto tra il « tufo di Bracciano » e i « tufi varicolori de La Storta » appare decisamente pianeggiante (ad esempio Colle delle Vignacce-Castel Giuliano) non si hanno indizi di mineralizzazione.

Nell'ambito del deposito sono stati invece distinti (fig. 4) dei domi carbonatici di diverse dimensioni, isolati oppure collegati tra loro. Quelli di altezza maggiore si arrestano con forme tronche a contatto col tetto.

Paragenesi principali

Per la descrizione mineralogica di dettaglio e per gli aspetti particolari si rimanda ai lavori di MATTEUCCI e MIÈ (1970, 1972) e di MASTRANGELO (1976).

In questa sede si intende mettere in risalto le associazioni principali che, secondo noi, consentono di risalire agli aspetti genetici degli adunamenti di fluorite.

Anche le deposizioni laviche, già studiate da AZZARO ed altri (1976), così come la successiva deposizione del « tufo di Bracciano » documentano, con intensi processi di halloysitizzazione subiti dai prodotti lavici a leucite, la persistenza di diffusi ambienti lacustri palustri di cui il « Lago Morto » è un attuale residuo testimonio.

Comunque la distribuzione dei giacimenti di fluorite non ricalca l'originaria estensione dei bacini lacustri: i principali affioramenti sono localizzati lungo il « Fosso di Pianciano ».

Anche le altimetrie dei singoli affioramenti non sono consistenti con bacini lacustri; le quote da 280 m s.l.m., nella zona più settentrionale, degradano ai 240 m nelle aree meridionali e appaiono invece più aderenti all'andamento del contatto « tufo di Bracciano » - « tufi stratificati varicolori di La Storta ».

Il tetto dei depositi è costituito da orizzonti impermeabili « argillosi », local-

Nel giacimento di Castel Giuliano-Pianciano, le paragenesi sono variabili; quella dominante è costituita da calcite e fluorite.

Dalla prevalente natura carbonatica dei domi, si passa a quella fluoritica delle

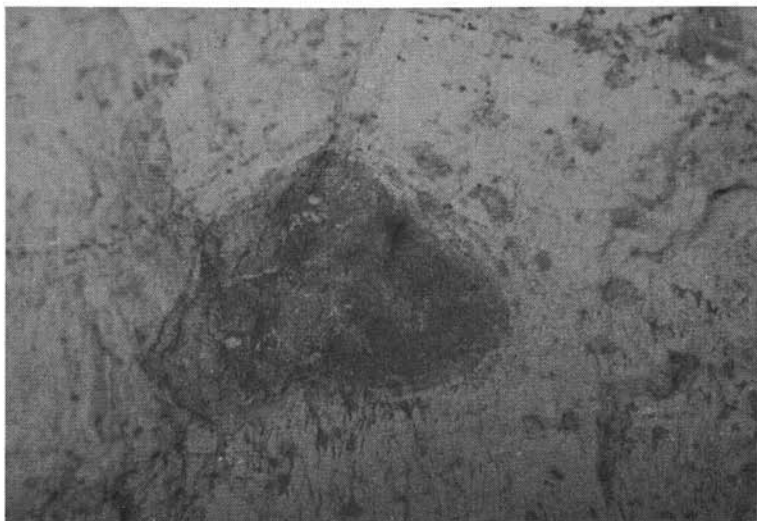


Fig. 3. — Particolare della fig. 2. Ben visibile l'attacco dei fluidi mineralizzatori operato sull'incluso lavico.



Fig. 4. — Domi carbonatici nel giacimento di Castel Giuliano-Pianciano. Si può facilmente verificare l'andamento ondulato ed irregolare del tetto argillificato; quest'ultimo localmente costituito dal « tufo di Bracciano », il più delle volte è rappresentato dai « tufi stratificati varicolori de La Storta ».

sacche terrose di colore bianco, a quella fluoritica/allumosilatica delle facies terrose grigie.

La calcite della « facies sabbiosa » dei domi è costituita da piastrine a contorno

esagonale con nucleo cariato; sembra quindi suggerire un'originaria deposizione del carbonato come aragonite ⁽¹⁾.

Alla calcite, fluorite, allumosilicati di tipo argilloso si rinvengono associati anche baritina, apatite, salgemma, residui di minerali pirossenici frequenti e di inclusi litoidi corrosi.

Alcuni frammenti lavici sono vistosamente attaccati chimicamente dai fluidi: da prodotti halloysitici (10 Å), allumosilatici, si passa ad analcime-montmorillonite a basso indice di cristallinità, a leucite, procedendo dalla periferia verso i nuclei degli inclusi.

Diversa risulta la mineralizzazione del Fosso delle Ferriere. Le associazioni mineralogiche esaminate mostrano l'assenza della calcite e quindi non ci sono indizi che consentano di preventivare la presenza di bicarbonato di calcio nei fluidi mineralizzanti. Tale constatazione appare anche corroborata dal fatto che alcune fratture a tetto del deposito sono interessate soltanto da processi di halloysitizzazione (60-80° C) e solo in un punto di queste sono state riconosciute tracce di fluorite per reazione dei fluidi mineralizzatori con inclusi a calcite presenti nel « tufo rosso litoide ».

L'apatite, la baritina, il salgemma e i relitti di pirosseni, di feldspati, di quarzo e piccoli frammenti scoriacei si associano a gel di silice, allumosilicati e halloysiti (7 ÷ 10 Å).

Non si riconoscono a tetto dell'adunamento livelli vistosamente impermeabili, anche se taluni di essi risultano di tipo francamente cineritico.

Il colore dal bianco al marrone procedendo dal centro verso i margini rastremati dell'adunamento coincidono con una decrescente lisciviazione del contenuto in ferro dell'originaria tufite.

Il quarzo, comune, oltre ad essere in contrasto con una deposizione da fanghi fluoritici, in quanto eventualmente sarebbe rappresentato da gel di silice, testimonia la sua origine clastica perchè non compatibile con la natura alcalino-potassica delle vulcaniti e la natura tufitica dell'originaria piroclastite; quest'ultima soltanto in un secondo tempo è stata sottoposta ai processi chimici da parte dei fluidi mineralizzatori-fluoriferi.

A Cornazzano la paragenesi principale è data da fluorite cui si associano allumosilicati e gel di silice. Sono inoltre presenti baritina, apatite, salgemma e silvite. Si riconoscono di frequente feldspati, pirosseni rari, frammenti di scorie, tutti di primigenia origine vulcanica. Negli inclusi vulcanici, l'attacco chimico decrescente verso il nucleo viene messo bene in evidenza dalle figure di fratturazione per essiccamento della porzione più periferica; mineralogicamente si riconoscono successioni che da allumosilicati, halloysite, gel di silice, passano progressivamente a montmorillonite, analcime sino alla roccia integra a leucite.

(1) A tal proposito appare importante sottolineare come la deposizione del carbonato di calcio, quando avviene in bacini lacustri di aree vulcaniche, dà sempre luogo alla formazione di depositi travertinosi.

Nel « tufo rosso litoide » posto a letto della mineralizzazione sono state rinvenute fratture mineralizzate a fluorite/halloysite.

I letti « torbosi » di tetto sono evidenti e comuni, ma anche in questo caso la mineralizzazione non coincide con l'originaria estensione del bacino lacustre (vedi assenza di mineralizzazione in rispondenza dei depositi diatomitici di Cornazzano penecontemporanei; BONADONNA, 1954).

Chimismo dei fluidi mineralizzatori

Nelle associazioni mineralogiche dei depositi si possono distinguere fasi minerali e rocce preesistenti all'evento mineralizzante quali: pirosseni, feldspati (sanidino), quarzo, talora calcite (Fosso delle Ferriere), inclusi lavici, frammenti di scorie. Le componenti di neoformazione sono invece rappresentate da fluorite, aragonite (attualmente calcite a contorni esagonali), baritina, apatite, salgemma, mentre gel di silice, allumosilicati argillosi (tipo allofane), halloysite ($10 \text{ \AA}$ e $7 \text{ \AA}$) e montmorillonite sono in gran parte riportabili all'attacco chimico operato dai fluidi sulle originarie vulcaniti; halloysite ($10 \text{ \AA} - 7 \text{ \AA}$) ed analcime possono essere facilmente conseguite per attacco e sostituzione di leucite.

L'halloysite, presente di norma come halloysite idrata ($10 \text{ \AA}$), consente di mettere in evidenza come i processi siano stati operati a termalità sempre molto contenute e generalmente inferiori ai $60-80^\circ \text{ C}$. Solo di rado la coesistenza con termini a $7 \text{ \AA}$ indica una termalità localizzata attorno ai $60-80^\circ \text{ C}$ e potrebbe anche sottintendere un lento raffreddamento dei fluidi nel tempo, da valori di poco superiori a quelli di $60-80^\circ \text{ C}$ (vedi Fosso delle Ferriere).

Il progressivo passaggio: gel di silice $\rightarrow$ allumosilicati (allofane, halloysite) $\rightarrow$ montmorillonite ed analcime, va riportato ad una progressiva neutralizzazione dell'acidità dei fluidi con tendenza a $\text{pH} = 7$. Anche il contenuto in ferro, come già ricordato, mette in evidenza una dissoluzione decrescente verso il margine delle mineralizzazioni, imputabili sempre a progressive variazioni del pH.

Il chimismo dei fluidi è desumibile, nelle grandi linee, dalle associazioni mineralogiche di neoformazione.

I fluidi mineralizzatori dei vari giacimenti considerati non mostrano lo stesso chimismo.

Quelli responsabili del giacimento di Castel Giuliano-Pianciano denunciano come componente principale il bicarbonato di calcio cui si associavano F^- , Cl^- , PO_4^{--} .

La partecipazione tra l'altro di acido fluoridrico, acido cloridrico, acido fosforico, nei fluidi, giustifica ampiamente la potenzialità, da parte dei fluidi stessi, di attacco chimico sulle preesistenti piroclastiti nonostante la diluizione subita nell'immettersi nella falda freatica locale. Gli effetti di tale attacco sono messi in evidenza da gel di silice, da allumosilicati idrati, da halloysite, da montmorillonite della facies argilloso-terrosa ed, almeno in parte, dai livelli « argillificati » impermeabili di tetto (fig. 4).

L'abbondante partecipazione di bicarbonato di calcio ed il veloce allontanamento del CO_2 hanno determinato una rapida deposizione di aragonite attorno ai punti di risorgenza dei fluidi (domi) e la formazione di fluorite, per reazione e deposizione, non coincidente, sia nel tempo che nello spazio, con quella del CaCO_3 .

Anche per l'apatite si può supporre una precipitazione per reazione fra l'acido fosforico ed il carbonato di calcio.

Per la baritina, pur non potendosi escludere una precipitazione per diminuzione del prodotto di solubilità a causa della diminuzione di temperatura e progressiva neutralizzazione del pH, appare più plausibile un trasporto del bario sotto forma di BaCl ed una sua diretta precipitazione quando i fluidi sono venuti a contatto con i gruppi anionici SO_4^{--} presenti nella falda freatica; tale componente infatti è tuttora molto frequente nelle falde freatiche dell'area di Bracciano (DALL'AGLIO e GIANNOTTI, 1967; DALL'AGLIO e TEDESCO, 1968).

Le termalità, considerato lo sviluppo dell'aragonite, non dovevano essere molto basse, almeno in prossimità delle risorgenze, ma erano sicuramente molto contenute se si tiene conto della granulometria della fluorite (fanghi fluoritici) della partecipazione di montmorillonite a basso indice di cristallinità e di halloysite 10 Å nelle facies terrose ($T < 60\text{--}80^\circ \text{C}$).

Le reazioni diminuiscono man mano che ci si allontana dalle risorgenze in coincidenza con la progressiva neutralizzazione dell'acidità dei fluidi, come è possibile constatare, tra l'altro, dal decremento delle fasi di neoformazione e dall'incremento delle componenti argillose conseguite per attacco dei fluidi sulle preesistenti vulcaniti, procedendo dai punti di emergenza alle zone marginali.

Nel caso di Cornazzano la natura dei fluidi è simile a quella di Pianciano per la partecipazione di F^- , Cl^- , PO_4^{--} , ma non per l'incidenza del bicarbonato di calcio; infatti la calcite è del tutto assente.

I filoncelli presenti nel sottostante «tufo rosso litoide», mineralizzati a fluorite, indicano che il bicarbonato di calcio doveva essere presente nei fluidi, tuttavia la partecipazione di questo doveva risultare subordinata rispetto al fluoro, sì da non consentire la formazione e la permanenza della calcite.

La situazione appare leggermente diversa al Fosso delle Ferriere.

Non si hanno evidenze del controllo di una falda freatica, almeno in corrispondenza dello spaccato lungo la carrozzabile che conduce alla cava Barberini.

La compartecipazione di halloysite 7 Å e 10 Å, indica per tale deposito valori della termalità localmente superiore e cioè attorno ai $60\text{--}80^\circ \text{C}$.

I filoncelli entro il soprastante «tufo rosso litoide», privi di fluorite, risultano attaccabili da soluzioni debolmente acide, comunque con pH sempre tra 4 e 7.

Tali situazioni portano a ritenere che il contenuto in calcio necessario per la formazione della fluorite risiedesse già all'origine nella lente (tufite) sotto forma di calcite successivamente eliminata perchè sottoposta a mineralizzazione da parte dei fluidi fluoriferi.

Indicazioni sulla provenienza profonda del fluoro

Sono ormai accessibili, nelle grandi linee, le ricostruzioni seriali del substrato sedimentario posto al di sotto delle coperture vulcaniche. Lembi di tale basamento affiorano nel settore occidentale (Ceriti) dell'area in oggetto e sono confrontabili con le sequenze individuate nello studio dei sondaggi ENEL nell'area di Cesano (M. Sabatini Orientali).

Un complesso « neoautoctono » miocenico-pleistocenico, con spessori variabili, poggia sulle unità alloctone delle « Sicilidi s.l. ». Al di sotto sono ubicate sequenze prevalentemente carbonatiche di età compresa tra il Trias e l'Oligocene/Miocene (FUNICIELLO, LOCARDI, PAROTTO, 1976).

Ancor più in profondità, il basamento metamorfico doveva essere, prima delle manifestazioni vulcaniche, del tutto confrontabile con il « Verrucano s.l. » (triassico-paleozoico) di tipo toscano ⁽²⁾ (DI SABATINO, 1979); il passaggio al « Complesso Carbonatico Basale » spesso è contrassegnato da testimoni diretti ed indiretti di transizioni evaporitiche.

I « peperini listati », il « tufo rosso litoide », come altri prodotti ignimbrici, per la coesistenza leucite/sanidino (composizione $Ab_{30}-Or_{70}$), mettono in evidenza un equilibrio a pressioni di ~ 1 kb (attorno ai 4000 metri di profondità). I dati geofisici dell'area (TORO, 1976) e anche gli studi geo-petrografici, che prevedono stretti legami tra tali fusi e le rocce dell'originario « Verrucano s.l. » (DI SABATINO, GIAMPAOLO, NEGRETTI, 1978), convalidano che a tali profondità si è nell'ambito dell'originario basamento metamorfico.

È noto come le risorgenze termali, anche quelle attuali, siano ricche in fluoro (DALL'AGLIO e GIANNOTTI, 1967; DALL'AGLIO e TEDESCO, 1968). Nella sorgente « La Callara », dove i fluidi emergenti si immettono nella locale falda freatica, non ci è stato possibile misurare il contenuto in fluoro direttamente sulle emergenze gassose; tuttavia, nonostante la considerevolissima diluizione subita, il fluoro, contenuto nelle acque della falda freatica, risulta localmente anche superiore a 7 ppm rispetto al valore del normale p.d.s. pari a 1 ppm.

L'estrazione del fluoro legato agli adunamenti di fluorite, non trova collegamento nè con il « Complesso Neogenico », nè con quello « Alloctono » e tantomeno con quello « Carbonatico Basale »; soltanto il basamento « Verrucano s.l. » offre molteplici indicazioni di contenuti in fluoro non trascurabili. In queste metamorfiti, infatti, la fluoroapatite e, soprattutto, la tormalina sono abbondanti fra gli accessori.

L'idioblastesi della tormalina indica la partecipazione di fluoro alla costruzione di queste rocce; tale elemento si ripartisce anche in altre fasi singenetiche come miche-potassiche ed apatite.

Nel residuo insolubile arenaceo del Calcare Cavernoso dei Monti Romani sino

(2) È possibile che tale basamento abbia subito sensibili trasformazioni per causa del magmatismo stesso.

alle Alpi Apuane è stata riconosciuta la partecipazione clastica di fluorite, indizio di mineralizzazioni erciniche presenti nel basamento « Verrucano s.l. ».

Ulteriore indicazione che il fluoro proviene dalle rocce stratigraficamente poste al di sotto del « Complesso Carbonatico Basale » si desume dallo studio di BARBIERI ed altri (1978). Il giacimento di Monte delle Fate (Complesso Vulcanico Cerite, età pliocenica), dista qualche km dagli affioramenti in studio; la mineralizzazione è localizzata nell'ambito della serie carbonatica. I rapporti isotopici confermano la provenienza della calcite (ganga) da orizzonti triassici (BARBIERI ed altri, 1978). Il Trias è stato incontrato a poche decine di metri di profondità, e la rimobilizzazione del carbonato è stata causata dai fluidi acidi fluoriferi, al loro attraversamento delle serie carbonatiche; se ne può desumere anche in questo caso che l'origine del fluoro va ricercata nel substrato « Verrucano s.l. ». Anche a Cesano, in orizzonti triassici, ubicati in sondaggio a -2900 m, sono state riconosciute mineralizzazioni a fluorite.

La risalita dei fusi arrestatisi al di sotto delle serie carbonatiche ed all'altezza del substrato « Verrucano s.l. » ha causato notevolissime variazioni del gradiente geotermico producendo « in situ » temperature variabili da intorni di 400-450° C sino a valori superiori ai 900-1000° C. Tali ordini di temperatura hanno comportato processi metamorfico-metasomatici sino alla rifusione (DI SABATINO, NEGRETTI, PIRAS, 1978; PIRAS, 1975), con riequilibri delle originarie associazioni muscoviti-cloriti-quarzo, in facies sanidinitiche, biotititiche, pseudoleucitiche e numerose altre; queste sono comunemente presenti come proietti silicatici olocristallini nelle piroclastiti.

In tali proietti si riconosce la partecipazione di fluorite e la composizione delle biotiti evidenzia valori anche dell'ordine di 1-1,5 % di fluoro (FEDERICO e FORTINARI, 1952).

Tra gli originari componenti mineralogici del « Verrucano s.l. » l'apatite, riequilibrata e rimobilizzata, è ancora presente in tali proietti, ma non è stata mai riconosciuta la partecipazione della tormalina stabile sino a condizioni pegmatitiche.

Il contenuto in fluoro e boro delle scorie, con valori di norma sui 1000-2000 ppm, mostra, anche sotto questo aspetto, lo stretto legame tra fusi ignimbritici e rocce del « Verrucano s.l. » dell'originario substrato come messo in evidenza dagli studi petrografici (DI SABATINO, GIAMPAOLO, NEGRETTI, 1978). Infatti fusi capostipiti (leucititi) sono decisamente sottosaturi in volatili anche in condizioni ipoabissalistiche ed incapaci di giustificare il contenuto in H₂O delle ignimbriti.

Considerazioni generali

È stato messo in evidenza come le ipotesi della deposizione lacustre delle fluoriti urta con i caratteri stratigrafici, giacitureali, sedimentologici, mineralogici, chimici.

L'origine clastica è assolutamente improponibile. Già criticata ed abbandonata da vari Autori (MATTEUCCI, 1976), urta contro i caratteri granulometrici, i volumi, e la disposizione dell'adunamento sottintenderebbe anche la necessaria esistenza di inverosimili masse alimentatrici che avrebbero dovuto restare scoperte per circa 300.000-500.000 anni per poter generare tali depositi (peraltro molto distanti tra

loro) senza subire contaminazione alcuna con i prodotti vulcanici della zona.

Il dilavamento superficiale del fluoro dai prodotti vulcanici non trova grosse conferme, per il tempo, per le quantità, per le caratteristiche deposizionali.

Il trasporto in sospensione colloidale della fluorite, da parte di soluzioni idrotermali, è stato ipotizzato (MATTEUCCI e MIRÈ, 1971) proprio per giustificare i limiti di tempo necessari alla formazione di così grandi depositi. Un tale modello comporterebbe, però, un'occlusione rapidissima delle stesse vie di venuta a giorno dei fluidi con una rapida interruzione degli apporti.

Gli adunamenti invece, più che a semplice deposizione lacustre, appaiono più coerentemente in connessione con la neotettonica e con la vulcanotettonica.

Gli affioramenti di Castel Giuliano-Pianciano sono distribuiti lungo il « Fosso di Pianciano » e mettono in luce un allineamento NNE-SSW sulla cui prosecuzione vengono a trovarsi anche le mineralizzazioni del « Fosso delle Ferriere ».

Tale direzione coincide con quelle subparallele che attualmente sono interessate da risorgenze termominerali sia verso occidente (La Callara-Canale Monterano), sia con le risorgenze lungo le incisioni fluviali poste immediatamente ad oriente dove sono state riconosciute anche deposizioni di stalattiti carbonatiche all'altezza di falde freatiche sospese (Sorgente Acqua Acetosa-Font.le di Capo d'Acqua).

Sullo stesso allineamento si trovano distribuiti i prodotti di eruzioni lineari quali i « peperini listati » di età superiori ai 500.000 anni. Tale direttrice segna altresì per lunghi tratti il contatto tra le manifestazioni acide plioceniche e quelle alcalino-potassiche; i sedimenti pliocenici affioranti ad occidente si rinvenivano a quote di 560 m (Monte Calvario), mentre quelle rilevabili sul lato orientale non superano quote di 100-150 m.

Gli studi geofisici (TORO, 1976) mettono in luce proprio in coincidenza di tali aree la transizione da condizioni di horst a quelle di graben, ad oriente.

L'assetto strutturale, soprattutto nei momenti più intensi della neotettonica, con conseguente apertura di fratture, offre i supporti a giustificare l'introduzione di H_2O vadosa sino al di sotto delle serie carbonatiche, come comprovato da attuali studi idrogeologici ed idrogeochimici (BARBIERI ed altri, 1978).

Il riequilibrio termico-chimico con le rocce metamorfiche al di sotto del substrato carbonatico, comporta, per coefficiente di ripartizione, un'estrazione e rimobilizzazione di F, Cl, PO_4 , B, S, ed altri componenti volatili. Il carattere acido dei fluidi non può essere coerente nè con carbonati, nè con rocce a feldspatoidi.

Nella risalita la natura acida di tali fluidi dipende anche dalle interazioni con le rocce del substrato.

Quando i convogli vengono ad attraversare le serie carbonatiche, evidente per i depositi di Castel Giuliano e di Cornazzano, si verificano reazioni da parziali a totali; nel primo caso i fluidi riescono a pervenire sino a giorno arricchiti in bicarbonato di calcio; nel secondo caso l'occlusione delle fratture per reazione e precipitazione diventa rapida con costruzione di mineralizzazioni a fluorite in profondità nell'ambito delle serie carbonatiche (vedi Sasso di Furbara).

I fluidi che pervengono a giorno si immettono, nella gran parte dei casi, nella falda freatica, di norma sotterranea e localizzata al livello delle coperture piroclastiche. È tale falda quindi che conduce e modula l'attacco chimico, sulle piroclastiti attraversate, ad opera delle componenti fluoridriche, cloridriche, fosforiche.

Appare ovvia la predisposizione delle vulcaniti (a feldspati) ad attacco chimico ad opera di acidi quali il fluoridrico ed altri; tale aggressione è massima in prossimità delle risorgenze e tende a diminuire per progressiva neutralizzazione.

Nel giacimento di Castel Giuliano i fluidi dovevano essere già ricchissimi in bicarbonato di calcio la cui immediata precipitazione come aragonite (attorno alle risorgenze: domi) è funzione della degassazione del CO_2 ed anche dell'entità (velocità) di tale degassazione.

Nel giacimento di Cornazzano il contenuto in bicarbonato di calcio doveva essere molto minore, sufficiente a produrre la reazione con il fluoro e precipitazione della fluorite, ma non della calcite.

Per il deposito del Fosso delle Ferriere non è stata messa in evidenza alcuna prova definitiva sulla partecipazione di bicarbonato nei fluidi.

Esistono invece prove indirette di una partecipazione diretta di calcite nell'originaria tufite.

La fluorite in tal caso va ricondotta ad una reazione tra il fluoro presente nei fluidi e la calcite dell'originaria piroclastite.

Ringraziamenti. — Si ringrazia il Prof. GIANCARLO NEGRETTI per la lettura critica del dattiloscritto.

BIBLIOGRAFIA

- AZZARO E., BARRESE E., DI SABATINO B., GIAMPAOLO C. (1976) - *Processi secondari su leuciti: L'halloysitizzazione in prodotti lavici a sud-ovest del lago di Bracciano. Confronto con i risultati sperimentali.* Rend. Soc. It. Min. Petr., 32, II, pp. 647-659.
- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEI L. (1978) - *Geochemical evidence for origin of the fluorite epithermal deposit at Monte delle Fate near Cerveteri (Latium, Central Italy).* Rend. Soc. It. Min. Petr., 34, 195 (riassunto).
- BARRESE E. (1975) - *Studio geopetrografico della parte meridionale della tavoletta «S. Maria di Galeria», F. 143-II SO. Considerazioni petrologiche sul settore meridionale dei Vulcani Sabatini.* Tesi di laurea, Università degli Studi di Roma.
- BONADONNA F. P. (1954) - *Studi sul pleistocene del Lazio II. Il bacino diatomitico di Cornazzano (Bracciano, Roma).* Geol. Rom., 3, 383.
- BONADONNA F. P. (1966) - *Nuovi metodi di studio dei giacimenti varvati della campagna Romana e primi risultati. Confronti con le varve scandinave.* Boll. Soc. Geol. It., 85 (1), 21.
- BONATTI S., GRANDI L. (1948) - *Sedimentazione aragonitica con baritina e fluorina alla Farnesina presso Roma.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa, s. A, 55, 261.
- BOTTINO G. (1976) - *Le fluoriti sedimentarie laziali: Lineamenti geologici dei giacimenti.* Rend. Soc. It. Min. Petr., 32, I, pp. 15-28.
- CAVINATO A. (1968) - *La fluorite nel Lazio.* L'Ind. Min., 19, 1.

- DALL'AGLIO M., GIANNOTTI G.P. (1967) - *Distribution and Circulation of Barium, Rubidium, Strontium and Caesium in Natural Waters Around the Casaccia Nuclear Centre. Disposal of radioactive wastes into the ground* IABA, Vienna, 343.
- DALL'AGLIO M., TEDESCO C. (1968) - *Rilievo idrogeologico dell'area dei Monti Cimini*. C.N.E.N. RT Geo., Roma, (68), 9.
- DI SABATINO B. (1979) - *La genesi dei fusi alcalino-potassici della regione magmatica romana. Ipotesi di lavoro*. Rend. Soc. It. Min. Petr. (presente volume).
- DI SABATINO B., GIAMPAOLO C., NEGRETTI G. (1978) - *Una nuova ipotesi sull'evoluzione dei magmi alcalino-potassici sulla base delle conoscenze acquisite sul Sistema Vulcanico Sabatino, sulla natura e struttura del substrato e sui più recenti dati della petrologia sperimentale*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 34 (in stampa).
- DI SABATINO B., NEGRETTI G., PIRAS R. (1978) - *Metamorfismo di contatto nel basamento della regione comagmatica Romana. 1) Preliminari considerazioni sulla genesi dei proietti silicatici olocristallini presenti in piroclastiti*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 34 (riassunto, in stampa).
- FEDERICO M., FORNASERI M. (1952) - *Le miche dei proietti del Vulcano Laziale*. Per. Min., 21, 209-227.
- FUNICIELLO R., LOCARDI E., PAROTTO M. (1976) - *Lineamenti geologici dell'area Sabatina orientale*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 831-849.
- LOCARDI E. (1976) - *L'ambiente metallogenico del Lazio settentrionale*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 32, 1, pp. 3-13.
- MASTRANGELO F. (1976) - *Le fluoriti sedimentarie laziali: I giacimenti*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 32, 1, pp. 29-46.
- MATTEUCCI E. (1976) - *Le fluoriti sedimentarie laziali: Ipotesi e problemi genetici*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 32, 1, pp. 47-63.
- MATTEUCCI E., MIÈ R. (1970) - *Notizie preliminari sugli studi relativi al giacimento fluorito-baritico-sedimentario di Pianciano-Castel Giuliano (Lazio)*. Boll. Ass. Min. Subalpina, 7, 382.
- MATTEUCCI E., MIÈ R. (1971) - *Il giacimento fluorito-baritico sedimentario di Pianciano-Castel Giuliano (Lazio)*. Boll. Ass. Min. Subalpina, 8, 411.
- MATTEUCCI E., MIÈ R. (1972) - *I depositi fluorito-baritici sedimentari laziali. Compendio delle conoscenze attuali*. Atti Gior. Studio su «Le fluoriti italiane», Torino, 11, 85.
- MATTIAS P.P., VENTRIGLIA U. (1970) - *La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 331.
- NICOLETTI M. (1969) - *Datazioni argon potassio di alcune vulcaniti delle Regioni vulcaniche Cimina e Vicana*. Per. Min., 38, 1-20.
- PIRAS R. (1975) - *Studio petrogenetico dei proietti olocristallini del Vulcano Laziale e Sistema Vulcanico Sabatino. Risultati preliminari*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Roma.
- TRIBACCHI R. (1972) - *Alcune osservazioni sulle caratteristiche meccaniche del minerale fluoritico sedimentario di Castel Giuliano (Lazio)*. Atti Giorn. studio su «Le fluoriti italiane», Torino, 11, 517.
- SPADA A. (1969) - *Il giacimento di fluorite e baritina esalativo sedimentario in «facies lacustre», intercalato nei sedimenti piroclastici della zona di Castel Giuliano in prov. di Roma*. L'Ind. Min., 20, 501.
- TADDEUCCI A. (1964) - *Il boro e il fluoro nelle regioni vulcaniche dei Colli Albani, del Cimino e di Vico*. Per. Min., 33, 73.
- TORO B. (1976) - *Gravimetry and deep structure of the Sabatinian and Alban volcanic areas (Latium)*. Geol. Rom., 15, 301.
- ZUCCHETTI S. (1972) - *I giacimenti di fluorite dell'area peninsulare italiana*. Atti Giorn. Studio su «Le fluoriti italiane», Torino, 1, 30.