

PAOLO FORTI\* e GIAMPIETRO MARCHESI\*\*

## CONCREZIONAMENTI DELLA MINIERA REGINA (Brescia, Lombardia)

**RIASSUNTO** - Durante una breve visita alla Miniera Regina (Prealpi Bresciane) è stato possibile studiare morfologicamente e mineralogicamente alcuni speleotemi osservati in una zona abbandonata da oltre cinquant'anni. Nel presente lavoro, dopo aver inquadrato geograficamente e geologicamente l'ambiente della miniera, vengono descritti i principali speleotemi e minerali secondari di grotta osservati, per i quali viene anche accennata un'ipotesi genetica. Tra questi particolarmente interessante è risultata una piccola cannula di materiale organico derivante dalla percolazione di polpa di legno da gallerie minerarie sovrastanti.

**SUMMARY** - *Speleothems and cave' minerals in the Regina Mine (Brescia, Lombardia)*. During a short visit to the Regina mine (Brescia pre-alps) it was possible to perform a preliminary study of the morphology and chemical composition of some speleothems and secondary mineralizations which have grown in an area abandoned since fifty years. In the present paper, after a short description of the geographical and geological conditions of the investigated area, the Authors describe the morphologies of the speleothems observed and present genetical mechanisms for their development. Among the samples studied the most interesting one is a small organic stalactite whose origin is due to percolation of wood pulp from the overstanding galleries.

### INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Durante una visita ai resti dei cantieri della Miniera Regina Zoie nel 1985 abbiamo notato in alcune gallerie, abbandonate da più di cinquant'anni, interessanti concrezioni che, fotografate ed in parte campionate costituiscono l'oggetto di studio della seguente comunicazione.

La miniera Regina Zoie è situata nella Valle di Avano e i suoi cantieri si sviluppano pochi metri sopra l'alveo del T. Morina (alcune gallerie sono state scavate addirittura sotto il torrente), nel comune di Pezzaze che comprende le frazioni di Mondaro, Stravignino (se-de comunale), Pezzazole, Avano, Lavone, Aiale ed Etto.

L'idrografia della zona è impostata su una serie di convalli disposte a ventaglio (Val Cavallina, Valle di Avano, Val Bandera e la Valle di Cologne) che confluiscono nel torrente Morina, tributario di destra del F. Mella.

La zona è cartografata nella tavoletta I.G.M. 34 II NO Bovegno.

---

\* Istituto Italiano di Speleologia, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Bologna.

\*\* Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I lavori del cantiere Regina Zoie si aprono nel Basamento Cristallino sudalpino che in questa zona è costituito da una potente serie di filladi muscovitico cloritiche, granatifere a metablastesi albitica (GREGNANIN e ORIGONI GIOBBI, 1984). Nella porzione basale di questa litofacies sono frequenti intercalazioni concordanti di paragneiss quarzatici ed anfiboliti epidotiche. Le rocce del basamento presentano generalmente una giacitura con immersione verso NE ed inclinazioni tra 10° e 45°.

Le mineralizzazioni a siderite e solfuri nella zona della Miniera Regina sono impostate lungo faglie dirette NE-SW. I filoni sideritici sono ubicati entro la parte basale delle serie filladica e risultano generalmente concordanti agli scisti per direzione, ma discordanti per inclinazioni (70-80° verso N). Le potenze variano da un minimo di 15 cm ad un massimo di 2,5 m. Le rocce incassanti, filladi, paragneiss e anfiboliti, mostrano intensi fenomeni di inquarzamento, sericitizzazione e cloritizzazione, con locali arricchimenti di carbonati e rutilo lungo scistosità. In genere i filoni presentano salbande bordate da quarzo e tessiture filoniane spesso listate, localmente brecciate con siderite massiva e solfuri in ganga quarzoso calcitica, le cui tessiture sono di impregnazione e sostituzione.

Presso il cantiere Regina sono presenti anche brecce a cemento quarzoso mineralizzate a tungsteno, tagliate da vene di quarzo e carbonati.

I minerali metallici presenti (in ordine di abbondanza) sono: Calcopirite, Bismutinite, Tetraedrite, Bi nativo, Pirite, Scheelite, Wolframite, Galena, Blenda, Ematite, Pirrotina, Covellina, Au nativo, Cobaltina, Marcassite, Idrossidi di Fe ed Ossidi di Bi (MORONI, 1988).

## CENNI STORICI SULLA MINIERA

L'attività mineraria in Val Trompia ha origini assai remote e si è sviluppata principalmente nei territori dei comuni di Collio, Bovegno e Pezzaze.

Nel comune di Pezzaze, nella prima metà dell'Ottocento, erano aperte più di 40 bocche (*médoi*).

Attualmente è attiva solo una miniera della Società Prealpina (ex Miniera Torgola), mentre sono tuttora visibili nell'alta valle i resti di una lunga tradizione estrattiva. Di questa attività rimangono oggi solo imbocchi crollati o allagati e cantieri abbandonati, che sono le ultime testimonianze del lavoro dei minatori valtrumplini.

Le prime notizie riguardanti la miniera allora denominata Zoie (o Gioie) si possono desumere da alcuni taccuini di campagna di Giuseppe Ragazzoni, farmacista e chimico bresciano con la passione per le scienze geologiche, che nella seconda metà dell'Ottocento si dedicò, tra l'altro, anche alla gestione di alcune miniere valtrumpline.

Il 3 aprile del 1856, Ragazzoni si recò in compagnia dell'Ing. Pietro Filippini e del Prof. Erra nella Valle Gandina (= valle di Avano) nel comune di Pezzaze e visitò le bocche Zoie, S. Croce e Volpe. In una sua relazione inedita su quella escursione è contenuta la prima descrizione della bocca Zoie. Si trattava di una galleria di 81,50 metri, parzialmente franata, dalla quale i minatori locali estraevano il minerale di ferro e scartavano un minerale detto "marchesa" che CURIONI (1855, 1860 e 1877) e RAGAZZONI (1859 e 1862) ritenevano trattarsi di rame piritoso (Calcopirite). Le analisi fatte dai due studiosi su alcuni campioni riscontrarono il 30% di rame, 32% di ferro, zolfo, arsenico in percentuali minori e tracce d'oro.

Altre bocche erano state aperte più in alto, come si può vedere da uno schizzo (fig. 1)

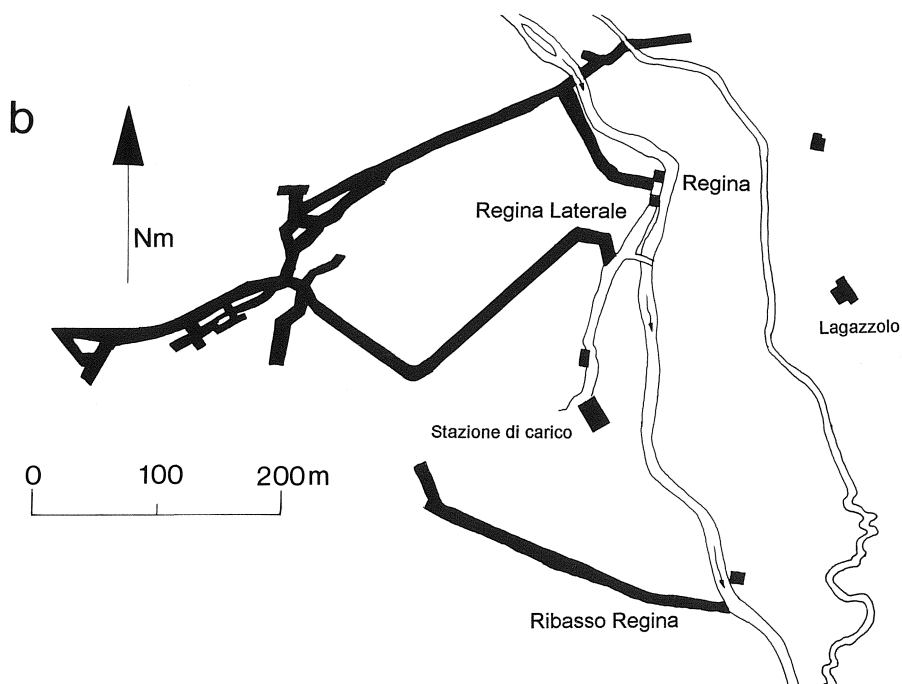
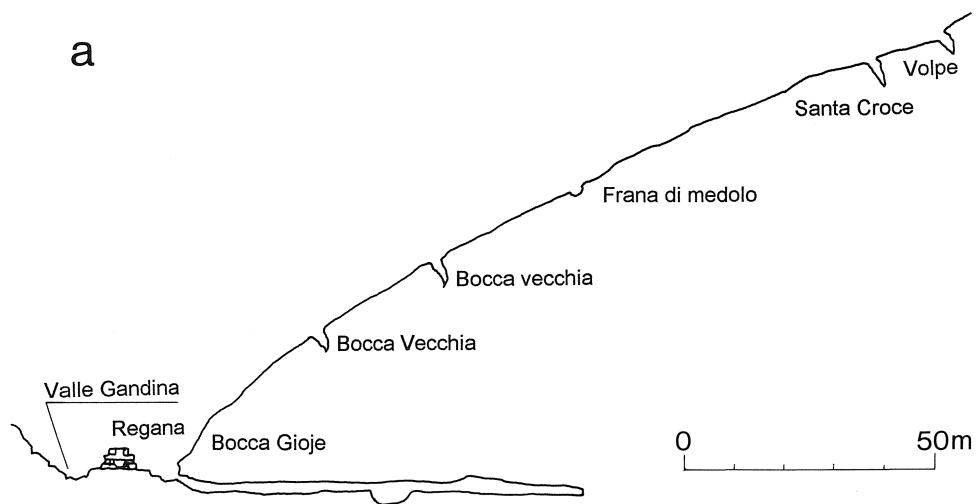


Fig. 1 - a) Spaccato in direzione ENE -OSO della Bocca Miniera Gioje in Valle Gandina a Pezzaze, 14 aprile 1857. (Schizzo inedito di Giuseppe Ragazzoni; ridisegnato)  
 b) Pianta della gallerie della Miniera Regina Zoje (Gioje): situazione al 1944, anno dell'abbandono definitivo della coltivazione da parte della Ditta F.lli Marzoli.



Fig. 2 - Apice di una delle stalattiti di Calcite: all'interno sono visibili cristalli scalenoedrici millimetrici.



Fig. 3 - Colate di Aragonite di colore blu intenso per la presenza di ioni rame nel reticolo cristallino.



Fig. 4 - Piccola cannula di Calcite con l'apice allargato e ricoperta da flocculati di ossidi di ferro rossi.

trovato sul taccuino IV del 1857. Queste si presentavano con gallerie assai anguste, alcune franate dopo pochi metri, altre riempite d'acqua.

Il Ragazzoni, interessato ad attivare coltivazioni minerarie in zona, iniziò il 14 aprile del 1857 il rilievo della Bocca Zoie e inoltrò il 31 ottobre dello stesso anno, al Capitanato Montanistico per la Lombardia in Bergamo (facente ancora parte in quell'anno dell'Impero Austro-Ungarico), “domanda per licenza d'indagini minerali sul Dosso d'Avano nel comune censuario di Pezzaze, distretto di Gardone, provincia di Brescia”.

Vari problemi sorti con i vecchi utenti delle bocche superiori rallentarono i lavori per il ripristino delle antiche gallerie, fino a costringere il Ragazzoni ad abbandonare, anche se non definitivamente, l'operazione.

Nel 1863 (quindi subito dopo l'Unità d'Italia) una Società denominata Virginia, originaria della Valsassina, chiese ed ottenne la collaborazione di Giuseppe Ragazzoni (RAGAZZONI, 1866) per la ricerca e lo sfruttamento di giacimenti minerali di Rame, Piombo e Zinco nella Val Trompia e nella Val Sabbia dando inizio a lavori di scavo in diverse miniere, fra le quali anche la Bocca Zoie. Sistemate le questioni di proprietà, anche con l'esborso di una cospicua indennità a presunti aventi diritto, è solo nel 1876 che il Ragazzoni ottenne, da parte dell'Ing. Vittore Zoppetti addetto all'Ufficio Minerario del Distretto di Milano, la dichiarazione di scoperta.

Da un “processo verbale di ricognizione dei lavori eseguiti alla località delle Zoie e Poffa della Volpe, in comune di Pezzaze circondario e provincia di Brescia”, veniamo a sapere che era stato aperto un nuovo cantiere chiamato Regina situato alcune decine di metri più in basso della vecchia bocca Zoie che era stata abbandonata circa quindici anni prima. Si trattava di una galleria di ribasso lunga 94 metri che nei primi 32 seguiva precedenti lavori per poi proseguire lungo una frattura visibile negli scisti. Una galleria di circa 18 metri venne scavata in direzione ovest per seguire un filone di carbonato spatico di ferro (siderite) e lo stesso filone venne scavato anche verso l'alto con un camino di circa 7 metri. La miniera era dotata di una ferrovia interna che si sviluppava per circa 140 metri in galleria e per altri 400 in esterno per portare il minerale agli impianti di torrefazione (*regana*).

Per alcuni anni, con alterne fortune, la miniera venne sfruttata. In seguito a problemi sia di tempo che economici, Giuseppe Ragazzoni, che dovette chiedere l'appoggio finanziario del cugino il Tenente Colonnello Giuseppe Zamara, cedette nel 1886 alcune miniere, tra le quali la Regina Zoie, alla Società degli Alti Forni, Acciaierie e Fonderie di Terni.

Lo stato dei lavori del Cantiere Regina Zoie è desumibile da una relazione della nuova Società del 20 dicembre 1888, dove si legge: “... oltre alla galleria di accesso di metri 114 sono presenti due gallerie in direzione una sopra l'altra e vari scavi posti in alto, ora quasi del tutto ostruiti da frane ...”. La relazione prosegue con l'esposizione dei lavori da farsi .

La miniera venne coltivata fino al 1891 e abbandonata fino al 1917. Riaperta, sempre dalla Società Terni nel periodo tra il 1918 e il 1921, venne di nuovo abbandonata l'anno successivo.

Negli anni dal 1937 al 1944 (periodo dell'autarchia) la miniera venne nuovamente coltivata per conto della Ditta F.lli Marzoli. Questo è sicuramente il momento di maggiore attività ed è anche l'ultimo periodo di lavorazioni per la Miniera Regina; infatti nel 1944 viene abbandonata definitivamente. Lo sviluppo complessivo delle gallerie raggiunto in quell'epoca era di circa 1800 metri.

Attualmente la miniera è solo parzialmente visitabile, superando a proprio rischio zone di frana e gallerie in parte allagate. Date le continue possibilità di crollo, l'abbandono e l'assoluta mancanza di manutenzione stanno inesorabilmente portando alla sua estinzione.

## DESCRIZIONE DEGLI SPELEOTEMI

Alcuni rami della miniera, interessati da un certo stillicidio, presentano tutta una serie di speleotemi, la cui variabilità morfologica, cromatica e mineralogica è assolutamente eccezionale.

Gli speleotemi più comuni sono senza dubbio le stalattiti e le colate, ma abbondanti sono pure i *gours* e i *microgours*, spesso riempiti da pisoliti di grandezza variabile, con diametri che possono essere anche inferiori al decimo di millimetro, ma a volte raggiungono anche i 2 centimetri, le stalagmiti ed i crostoni.

Nella nostra visita alla miniera abbiamo avuto modo di documentare fotograficamente la grande varietà di speleotemi presenti e abbiamo anche avuto la possibilità di campionarne vari, trovati rotti sul pavimento, abbandonati da qualche vandalo cercatore di minerali.

I campioni così prelevati sono serviti per un primo, necessariamente limitato, studio mineralogico. I risultati delle analisi hanno mostrato come la quasi totalità degli speleotemi presenti nelle gallerie della Miniera Regina sia costituito da Aragonite, mentre solo una piccola quantità di essi sia costituito da Calcite. Più rari anche se abbastanza diffusi sono in Gesso, la Goetite ed altri Ossidi-idrossidi-idrati di Ferro. Da ultimo una piccola stalattite tubiforme si è dimostrata esser costituita essenzialmente da materiale organico.

Qui di seguito vengono brevemente descritti gli speleotemi più interessanti osservati, suddivisi per composizione chimica.

### Calcite

Come accennato precedentemente le concrezioni di Calcite sono quasi completamente assenti: sono state osservate solo piccole stalattiti, normalmente tubolari, generalmente allargate alla sommità con all'interno cristalli scalenoedrici millimetrici di Calcite (fig. 2); in alcuni casi le stalattiti di Calcite risultavano esser colorate in rosso a causa della concomitante flocculazione di Ossidi di Ferro sulla sua superficie esterna (fig. 4).

Proprio la presenza di questa inusuale colorazione rossastra, può spiegare l'allargamento apicale che molte, se non tutte le stalattiti calcitiche presentano. La presenza abbastanza comune di flocculati sulla sommità delle cannule, infatti, può aver provocato una variazione della velocità di gocciolamento e diffusione tale da causare da un lato un progressivo allargamento del diametro della cannula stessa e dall'altro l'evoluzione al suo interno di macrocristalli di calcite scalenoedrica.

Passando ora a considerare la relativa scarsità di speleotemi calcitici rispetto a quelli aragonitici, possiamo con una certa sicurezza affermare che essa è da far risalire al particolare ambiente geochimico della Miniera Regina, le cui masse mineralizzate a Solfuri fanno sì che nelle acque di percolazione vi sia abbondanza di ioni metallici (Fe, Mn, Cu, etc.) nonché di Mg. È stato infatti dimostrato da tempo che la presenza di ioni estranei inibisce l'accrescimento dei germi cristallini della Calcite, rendendo così statisticamente favorito lo sviluppo di quelli di Aragonite (HILL e FORTI, 1986)

### Aragonite

Oltre l'80% dei concrezionamenti presenti nella Miniera Regina è rappresentato da Aragonite, che di volta in volta dà luogo a stalattiti, colate, crostoni stalagmitici e pisoliti.

Le concrezioni aragonitiche sono assolutamente variabili cromaticamente: vanno dal bianco candido di alcune colate e crostoni stalagmitici, all'azzurro intenso (fig. 3) al verde (fig. 5).

Le variazioni cromatiche sono certamente da ascrivere alle inclusioni di tracce di minerali differenti (essenzialmente Rame e Ferro), come evidenziato da alcune analisi chimiche preliminari e comunque già ben documentato in bibliografia (CABROL e COUDRAY, 1982; HILL e FORTI, 1986): la presenza di tali ioni nelle acque di percolazione della miniera è del tutto logica in relazione alle masse mineralizzate a Solfuri (Calcopirite etc.) presenti nell'area.

Abbastanza comuni le pisoliti di Aragonite (fig. 6), che occupano con milioni di individui interi tratti di pavimenti di gallerie, evidenziando colorazioni dal bianco candido all'azzurro o al verde pallido. Morfologicamente le pisoliti della Miniera Regina si presentano non perfettamente sferiche ma poliedriche, struttura che indica il prevalere dell'impendimento sferico, dovuto alla bassa energia dell'acqua nella vaschetta e al grande numero di pisoliti ivi presenti (FORTI, 1983).

Le dimensioni normali delle pisoliti oscillano tra i 5 mm e i 2 cm, anche se in vaschette particolarmente riparate sono state osservate pisoliti di diametro molto inferiore (sino a 50  $\mu$ ) e, raramente, anche grossi individui di 3-5 cm, che però in generale risultavano essere grossi frammenti di roccia coperti solo da un sottile velo di concrezionamento.

Tra le pisoliti sono poi abbastanza comuni elementi subcilindrici allungati, a volte aggregati a formare bizzarre forme "grafiche" (fig. 7), che derivano dalla deposizione di Aragonite su frammenti di cristalli di Gesso aciculari, caduti all'interno della vaschetta.

## Gesso

Il Gesso è stato osservato esclusivamente sotto forma di sottili aghi (fig. 8), lunghi sino a 7-8 cm, generalmente ricoperti da un sottile strato di Aragonite bianchissima, che si sviluppano nelle basse pozze di acqua in una zona della miniera ove esistono più gallerie sovrapposte collegate da brevi pozzi ascendenti e ove il pavimento delle gallerie è parzialmente o totalmente coperto da un velo concrezionario, probabilmente di Aragonite.

In alcuni casi, la crescita basale dei cristalli fa sì che essi si spezzino ed i frammenti, cadendo all'interno delle pozze d'acqua vengano ben presto concrezionati, dando luogo alle pisoliti allungate di cui abbiamo appena parlato nello speleotema Aragonite.

La genesi del Gesso è conseguente all'evaporazione in ambiente vadoso di soluzioni solfate in presenza di Carbonati (FORTI, 1989): nel caso della Miniera Regina lo ione solfato deriva dall'ossidazione dei Solfuri presenti sia come masse mineralizzate, sia dispersi nella roccia incassante. L'evidenza di questo processo ossidativo è data anche dalla presenza abbastanza diffusa di concrezionamenti più o meno estesi di Ossidi di Ferro e Manganese (vedi speleotema seguente).

La circostanza che invece il Gesso sia confinato esclusivamente in un'area ben definita della cavità dipende, a nostro avviso, dal fatto che questo minerale è abbastanza solubile e di conseguenza è necessaria una forte evaporazione perché una soluzione possa divenire sovrassatura e permettere la sua deposizione.

Nelle Miniera Regina, la temperatura è abbastanza bassa e inoltre le gallerie sono interressate da un costante stillicidio e pertanto solo in ambienti particolari, con notevoli correnti d'aria costanti, quali appunto quelle di interconnessione tra i diversi piani della miniera, possono instaurarsi le condizioni al contorno necessarie per la genesi e lo sviluppo dei cristalli di Gesso.

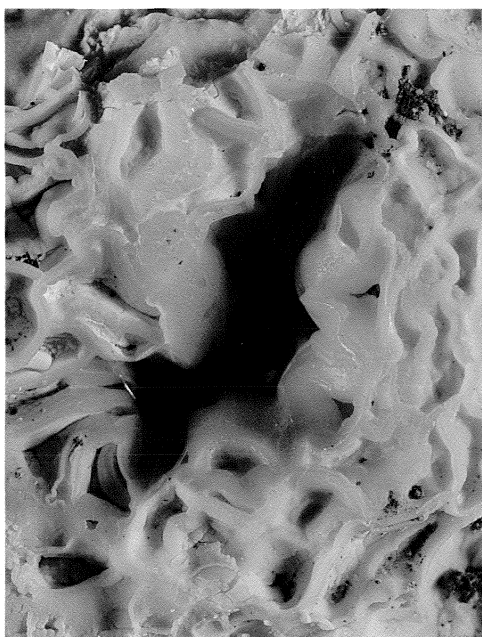


Fig. 5 - Microgours di Aragonite verde.



Fig. 6 - Panoramica su un "nido" di pisoliti di colore variabile dal verde o azzurro chiaro al bianco candido.

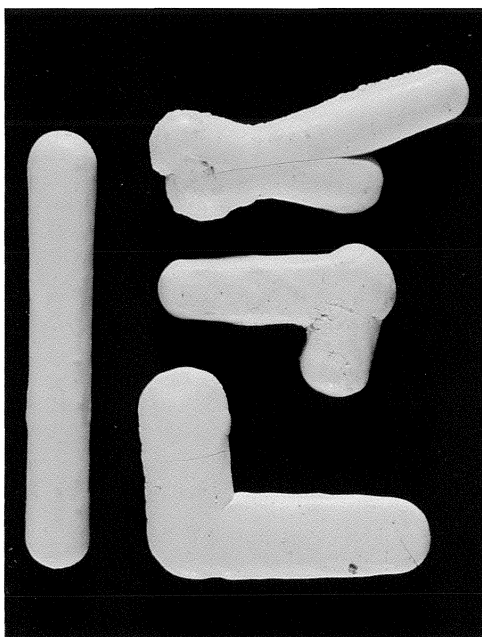


Fig. 7 - Strane pisoliti a forma di lettera: la forma allungata, subcilindrica, è dovuta al fatto che il nucleo è formato da un frammento di cristallo di Gesso aciculare.

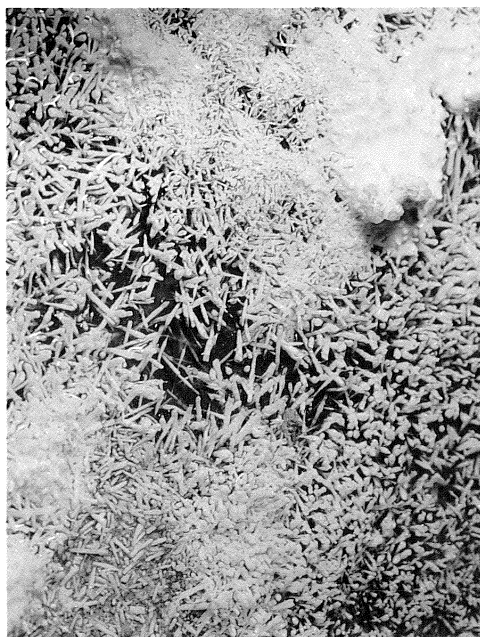


Fig. 8 - Panoramica sugli aghi di Gesso che crescono ai bordi di alcuni gours: quasi tutti gli aghi sono poi ricoperti da un sottile strato di concrezione di Aragonite.





Fig. 9 - Una classica "spalmatura" nero-rossastra di Ossidi di Ferro e Manganese, parzialmente cementati da Aragonite.



Fig. 10 - Dendriti di Manganese sulla superficie esterna di una cannula di Aragonite azzurra.

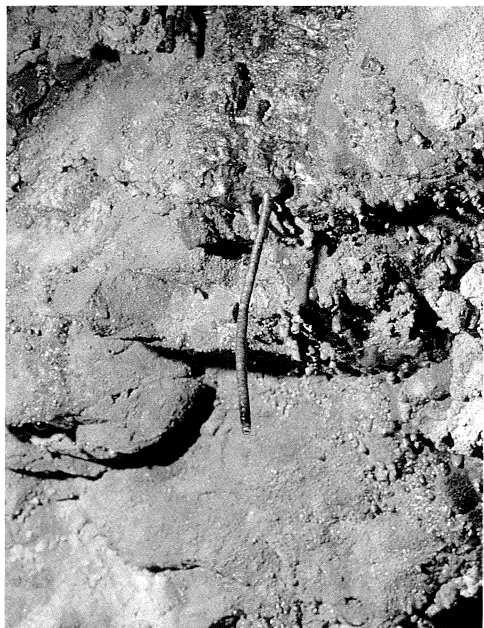


Fig. 11 - Cannula di Ossidi di Ferro e Manganese: è evidente la parziale deflessione del suo asse, forse a causa di correnti d'aria.



Fig. 12 - Curiosa stalattite organica a struttura elicoidale.

## Ossidi di Ferro e Manganese

La presenza di depositi secondari di Ossidi-idrossidi idrati di Ferro e di Manganese è praticamente ubiquitaria nella Miniera Regina: in generale si tratta di sottilissimi veli (“spalmature”), che, in maniera parziale, ricoprono con colore bruno scuro-nerastro le pareti e le volte delle gallerie (fig. 9).

A prescindere da questi depositi “banali”, di nessun interesse né scientifico né estetico, la Miniera Regina contiene, anche se molto più raramente, accumuli di Ossidi di Ferro e Manganese molto più interessanti.

Innanzitutto dobbiamo citare le bellissime dendriti di Manganese che si sviluppano all'interno delle concrezioni di Aragonite bianca o, più comunemente, blu (fig. 10): si tratta di depositi che si formano quasi concomitantemente alle concrezioni che li ospitano per ossidazione degli ioni  $Fe^{++}$  e  $Mn^{++}$  presenti nei sottili veli di soluzione che fluiscono per capillarità sulle superfici esterne della stalattite o della colata. Il conseguente flocculato di Ossidi-idrossidi di Manganese e subordinatamente di Ferro viene poi rapidamente “fossilizzato” dal successivo strato di concrezionamento aragonitico.

Nella Miniera Regina, comunque, esistono anche depositi secondari di ossidi di Ferro e subordinatamente di Manganese più massivi, che danno luogo a vere e proprie concrezioni.

In generale si tratta di sottili cannule, a volte leggermente deflesse forse dalla corrente d'aria, che possono raggiungere anche 20 cm in lunghezza (fig. 11); in un caso, però è stata osservata anche una piccola stalagmite a piattelli sovrapposti di colore rosso vivo e consistenza pastosa, composta da gel di idrossidi-idrati di Ferro .

Le analisi chimiche effettuate su alcuni campioni hanno mostrato che in generale i depositi di Ferro e Manganese non sono ancora ben organizzati mineralogicamente, tanto che è stato possibile individuare con sicurezza solamente la Goetite in un frammento di cannula, ed anche in questo caso il minerale risultava essere una minoranza. La spiegazione è data dal fatto che gli Ossidi-idrossidi idrati di Ferro e Manganese precipitano normalmente come flocculati, che necessitano molto tempo per organizzarsi in strutture cristalline ben definite.

A livello attuale, comunque, non possiamo assolutamente escludere che nei depositi presenti nella Miniera Regina non possano esistere anche altri minerali di Ferro e Manganese; per arrivare ad una certezza in questo campo bisognerebbe avviare una campagna di studi specifici che, tra l'altro, comporterebbe la distruzione di molti spelotemi, che, a nostro parere, invece meritano di esser conservati in loco.

## Materia organica

La scoperta più interessante nell'ambito del concrezionamento della Miniera Regina è stata quella di una piccola stalattite, di colore rosa pallido e di consistenza gelatinosa scoperta in un anfratto della parete in una zona della miniera molto frantumata (fig. 12).

Le analisi condotte sul campione hanno dimostrato trattarsi totalmente di materia organica con un contenuto di acqua superiore al 60%.

Sino ad oggi le uniche segnalazioni di stalattiti organiche erano relative a piccole grotte epidermiche della Gran Bretagna (BURKE, 1970): in quel caso le concrezioni avevano un colore bruno-nerastro e contenevano anche una certa percentuale di Limonite e Goetite.

Nel caso inglese la genesi delle stalattiti veniva fatta risalire all'evaporazione di soluzioni acquose che avevano in sospensione una grande quantità di parte non legnosa della torba che ricopriva la superficie esterna. La separazione della parte organica non legnosa

dalle fibre si è potuta realizzare perché il trasferimento dalla superficie alle cavità sottostante è avvenuto attraverso la porosità della roccia e non lungo fratture o condotti più ampi, consentendo così una sorta di ultrafiltrazione. Uno studio della densità della polpa costituente le stalattiti inglesi ha poi permesso di stabilire che esse si sono formate negli ultimi 1200 anni.

Vi sono notevoli somiglianze morfologiche e in parte ambientali tra le stalattiti descritte in Inghilterra e quella da noi osservata nella Miniera Regina, anche se esistono alcune differenze importanti: innanzitutto la densità, maggiore in Inghilterra, e poi la presenza di minerali organizzati, riscontrati in Inghilterra, ma non in Italia.

Sulla base di tutte queste osservazioni è possibile ipotizzare un meccanismo genetico per la stalattite organica della Miniera Regina.

Innanzitutto l'origine della polpa di legno: la superficie esterna è troppo lontana per pensare che possa provenire da là, ma vi è un'altra abbondante sorgente che la potrebbe fornire. Si tratta delle armature delle gallerie che per la quasi totalità sono fatte di legno e, attualmente, sono generalmente fradice e in stato di avanzata decomposizione. L'esistenza di varie gallerie sovrapposte, distanti solo pochi metri l'una dall'altra, possono agevolmente permettere il passaggio della polpa per filtrazione attraverso la porosità della roccia o attraverso le sue piccole leptoclasi.

Le differenze di densità e l'assenza di minerali di Ferro ben definiti, derivanti dalla mineralizzazione della polpa medesima possono essere agevolmente spiegate nel caso della Miniera Regina dal fatto che il fenomeno di concrezionamento organico è iniziato da pochissimi anni (massimo una cinquantina, ma probabilmente assai meno) e quindi è un fenomeno assai più giovane di quello osservato in Inghilterra.

## CONCLUSIONI

Pur se del tutto preliminare, questa prima rassegna sugli speleotemi e le mineralizzazioni secondarie sviluppatasi all'interno della Miniera Regina ha permesso di evidenziare innanzitutto l'eccezionale valore estetico degli ambienti concrezionati sviluppatisi e poi, anche, il notevole interesse scientifico di almeno alcuni, se non di tutti, i depositi, che ancora oggi sono in accrescimento e che necessiterebbero di esser studiati con maggiore attenzione (basti pensare alla concrezione di materiale organico e al complesso ambiente geochimico e biochimico che ne ha causato la genesi).

Gia da tempo si è evidenziato come gli ipogei artificiali possano permettere la genesi e lo sviluppo di peculiari speleotemi (FABBRI *et al*, 1987; FORTI, 1988), il cui studio può aiutare molto la comprensione dei meccanismi che in ambiente naturale portano poi allo sviluppo dei "normali" concrezionamenti: per questo motivo è assolutamente indispensabile salvarli adeguatamente.

Si dovrebbe giungere pertanto ad una salvaguardia della Miniera Regina e di tutto il suo ambiente sotterraneo, perché a fianco degli indubbi interessi sia estetici che scientifici rappresentati dalle concrezioni e dalle mineralizzazioni ospitate, anche l'ambiente stesso della miniera, come memoria storica di un passato modello di sfruttamento delle risorse minerarie, è sicuramente degno di salvaguardia.

Non resta che augurarci, quindi, che in un prossimo futuro la Miniera Regina non debba più subire gli assalti vandalici dei raccoglitori di minerali ma possa divenire un bene fruibile da tutta la collettività, magari all'interno di un parco minerario delle Prealpi Bresciane.

## B I B L I O G R A F I A

- BURKE A. R., 1970 - *Deposition of stalactitic and related forms of peat; genesis and bacterial oxidation*. Trans. Cave Res. Group GB, 12 (4): 247-258.
- CABROL P. e COUDRAY J., 1982 - *Climatic fluctuations influence the genesis and diagenesis of carbonate speleothems in southwestern France*. Nat. Spel. Soc. Bull., 44: 112-117.
- CURIONI G., 1855 - *Sulla successione normale dei diversi membri del terreno triassico nella Lombardia*. Estratto Giornale I.R. Ist. Lomb. Sc. Let. ed Art., Tomo VII (fasc. 59-41).
- CURIONI G., 1860 - *Sull'industria di ferro in Lombardia*. Milano.
- CURIONI G., 1877 - *Geologia Parte seconda Descrizione ragionata delle sostanze estrattive utili metalliche e terree raccolte nelle province lombarde*. Milano: 98-100.
- FABBRI M., FORTI P., MORETTI e. e WEZEL C., 1987 - *Esplorazione e rilevamento dei cunicoli drenanti e di alcuni vani sotterranei del Palazzo Ducale di Urbino*. Atti II Conv. Naz. Speleologia Urbana, Napoli 1-3 marzo 1985: 29-40.
- FORTI P., 1983 - *L'evoluzione delle Pisoliti*. Le Grotte d'Italia, s. 4, 11: 487-495.
- FORTI P., 1988 - *A proposito di alcune particolari concrezioni parietali rinvenute nell'acquedotto romano della Val di Setta*. Sottoterra, 79: 21-28.
- FORTI P., 1989 - *The role of sulfide-sulfate reactions in speleogenesis*. X Int. Spel. Congr. Budapest, 1: 71-73.
- GREGNANIN A. e ORIGONI GIOBBI E., 1984 - *The crystalline basement of the "Massiccio delle Tre Valli"; new petrographic and chemical data*. Mem. Soc. Geol. It, 26: 133-144.
- HILL C. A. e FORTI P., 1986 - *Cave minerals of the world*. Nat. Spel. Soc. Huntsville. 1-238.
- MORONI M., 1988 - *Studio geociamentologico delle mineralizzazioni polimetalliche del basamento cristallino tra Pezzaze e Bovegno, Val Trompia (BS)*. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Milano.
- RAGAZZONI G., 1859 - *Brevi notizie sopra alcune nuove miniere della provincia bresciana: del sig. G. Ragazzoni*. Comm. Ateneo Brescia dall'anno 1852 a tutto il 1857: 222-227.
- RAGAZZONI G., 1862 - *Saggi di miniere di Valtrompia del socio sig. Giuseppe Ragazzoni, presentati con rapporto dal socio ing. Pietro Filippini*. Comm. Ateneo Brescia per gli anni 1858-1861: 232-235.
- RAGAZZONI G., 1866 - *Sulle miniere di piombo e di rame di Valtrompia e Valsabbia: del socio prof. Giuseppe Ragazzoni*. Comm. Ateneo Brescia per gli anni 1862, 1863, 1864: 83-99.
- WHITE W. B., 1981 - *Reflectance spectra and color in speleothems*. Nat. Spel. Soc. Bull. 43: 20-26.

Indirizzo degli Autori:

PAOLO FORTI, Istituto Italiano di Speleologia, via Zamboni 67 - 40127 BOLOGNA  
GIAMPIETRO MARCHESI, Museo Civico di Scienze Naturali, via Ozanam 4 - 25128 BRESCIA