

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE GEOLOGICHE

RELAZIONE FINALE

I minerali della Miniera del Lausetto in Valle Gesso (Cuneo)

RELATORE: Prof.ssa Piera Benna

CORELATORE: Dott. Marco Ciriotti

CANDIDATO: Franco Parola

ANNO ACCADEMICO 2014/2015

A Monica e Cinzia

INDICE

Introduzione	pag. 4
Inquadramento geologico del Vallone del Lausetto	pag. 5
Le concentrazioni metallifere della Valle Gesso	pag. 10
Cenni storici sulla Miniera del Lausetto	pag. 11
Come si presenta il sito oggi	pag. 14
Metodi di analisi	pag. 16
Descrizione dei minerali	pag. 20
Cenni di minerogenesi	pag. 40
Conclusioni	pag. 43
Ringraziamenti	pag. 44
Bibliografia	pag. 45

INTRODUZIONE

Il presente lavoro si pone quale obiettivo quello di raccogliere, in un unico documento organico, i risultati ottenuti in un quadriennio 2012 - 2015 di ricerche sul terreno, compiute da parte del candidato presso la Miniera del Lausetto, al fine di rinvenire e identificare i minerali presenti in tale località.

L'attività svolta sul campo ha riguardato la ricerca di minerali interessanti sotto il profilo scientifico e collezionistico, al fine di pervenire a una rassegna delle specie presenti quanto più completa possibile, in quello che, fin dai primi sopralluoghi, si è rivelato essere un sito di sicuro interesse.

I campioni rinvenuti sono stati esaminati dal candidato allo stereomicroscopio al fine di pervenire a una prima identificazione; nei casi di più ambigua determinazione, dovuti anche alla dimensione millimetrica o submillimetrica dei cristalli, si è proceduto ad ulteriori verifiche analitiche.

Tali analisi sono state effettuate presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino, dal gruppo di ricerca dell'AMI (Associazione Micromineralogica Italiana), nell'ambito del servizio di identificazione di minerali svolto a favore dei soci, denominato SIUK (Servizio Identificazione *UnKnown*).

L'attività di ricerca, essendo il sito in esame collocato all'interno del Parco Naturale Alpi Marittime, è stata svolta nell'ambito e nel rispetto di una convenzione stipulata tra Associazione Dilettantistica Culturale Mineralogica Buzzi UNICHEM, di cui il candidato fa parte, e il Parco stesso.

I risultati esposti nel presente lavoro sono pertanto frutto di una sinergica collaborazione instaurata tra appassionati di mineralogia non professionisti, Ricercatori ed Istituzioni scientifiche, al fine di accrescere le conoscenze del patrimonio mineralogico della nostra regione.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL VALLONE DEL LAUSETTO (CUNEO)

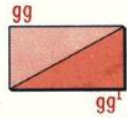
Il vallone del Lausetto, ubicato sul versante destro della Valle Gesso nel comune di Valdieri, confluisce nel vallone dell'Alpetto (in altri testi indicato come Arpetta) di maggior estensione e si colloca ai piedi dell'omonimo monte Lausetto.

Il vallone del Lausetto si trova al contatto tra il Massiccio Cristallino dell'Argentera e la successione sedimentaria carbonatica mesozoica. Il vallone ha orientazione approssimativamente N-S ed è costituito, sul fianco destro, da carnirole del Triassico con sovrastanti depositi morenici, mentre il versante sinistro risulta composto da gneiss, sovrastati dalle già citate carnirole triassiche.



Fig. 1: stralcio della carta geologica d'Italia 1:100.000. Foglio 90, Demonte

MASSICCIO CRISTALLINO DELL' ARGENTERA



Gneiss granitoidi biotitici, raramente occhiadini, con subordinati passaggi a graniti microgranulari; gneiss granitoidi granatiferi; gneiss granitoidi ad anfibolo (Valle di Rio Freddo) (gg). Gneiss granitoidi listati del M. Ischietto (gg¹) (Migmatiti del tipo anateissiti biotitiche).

ZONA SUBBRIANZONESE

Subbrianzonese s. s.

Triassico



Calcarei a cellette e dolomie cariate con subordinate masse di gessi ed anidriti; brecce ad elementi di calcari grigi e di dolomie giallastre (Valle dell'Arma) (TRIAS).

Fig. 2: stralcio della legenda della carta geologica d'Italia 1:100.000. Foglio 90, Demonte

Il sistema di filoni del giacimento è costituito prevalentemente da barite, fluorite, cerussite, galena e altri solfuri (tra i quali pirite, sfalerite e calcopirite) ed è compreso negli gneiss del Massiccio Cristallino dell'Argentera, che rappresentano le rocce incassanti, in prossimità del contatto con la successione carbonatica mesozoica (Lombardo, 2002; Piccoli, 2002).

Il Massiccio Cristallino dell'Argentera costituisce una porzione di crosta continentale europea sollevata nel Serravalliano che, insieme ai massicci del Pelvoux, Belledonne, Aiguilles Rouges, Monte Bianco e Aar Gottardo, fa parte dei Massicci Cristallini Esterni del Dominio Elvetico - Delfinese.

Il Massiccio Cristallino dell'Argentera risulta costituito da due unità divise dalla Linea Ferriere-Mollières: l'Unità Gesso-Stura, ubicata in prevalenza sul versante italiano delle Alpi e l'Unità della Tinée, presente sul versante francese.

L'Unità Gesso-Stura comprende, oltre ad alcune masse granitiche maggiori, tre insiemi litologici di differente estensione e precisamente: l'insieme degli gneiss granitoidi, quello degli gneiss listati e un complesso di rocce ignee basiche e migmatiti dioritico - anfibolitiche.

L'insieme degli gneiss granitoidi è il più esteso e omogeneo ed è anche quello che interessa l'area in cui si colloca la Miniera del Lausetto (Lombardo, 2002).

Sul fianco destro del Vallone del Lausetto affiorano invece le carniole e le dolomie triassiche del Dominio Delfinese.

Nella recente carta geologica 1:25.000 dell'area Entracque – Colle di Tenda, pubblicata da Barale *et al.* (2015), con riferimento al sito in esame, si riconoscono le seguenti unità litostratigrafiche:

- **Basamento Cristallino del Massiccio dell'Argentera**, qui costituito da gneiss granitoidi migmatitici con masse di anfiboliti.
- **Quarzareniti del Vallone del Sabbione** (Triassico inferiore): nel Vallone dell'Alpetto tale unità consiste di areniti e siltiti verdastre, di potenza da centimetrica a metrica, localmente cementate da carbonati bruni contenenti ferro.
- **Formazione del Mont Agnelet** (Triassico medio): costituita da dolomie, calcari dolomitici e calcari in strati decimetrici, affioranti in scaglie tettoniche di limitata estensione.
- **Marne di Entracque** (Giurassico Medio? - Berrasiano?): marne scure calcaree e scisti di potenza decimetrica, con rare peliti e *wackestones*.
- **Carniole** (Auct): rocce carbonatiche vacuolari e breccie polimittiche o monomittiche con matrice carbonatica che si presentano in genere come corpi irregolari di decine di metri di larghezza e più di un chilometro di lunghezza, posizionati lungo i contatti tettonici. Le masse principali di carniole sono poste in corrispondenza del contatto tettonico tra il basamento dell'Argentera e le successioni sedimentarie. Le carniole possono essere interpretate come breccie tettoniche a cemento carbonatico che si sviluppano lungo i contatti a spese dei differenti tipi di roccia interessati.
- **Depositi quaternari**: possono essere suddivisi in tre grandi gruppi: depositi glaciali indifferenziati, depositi alluvionali indifferenziati e detriti di falda.

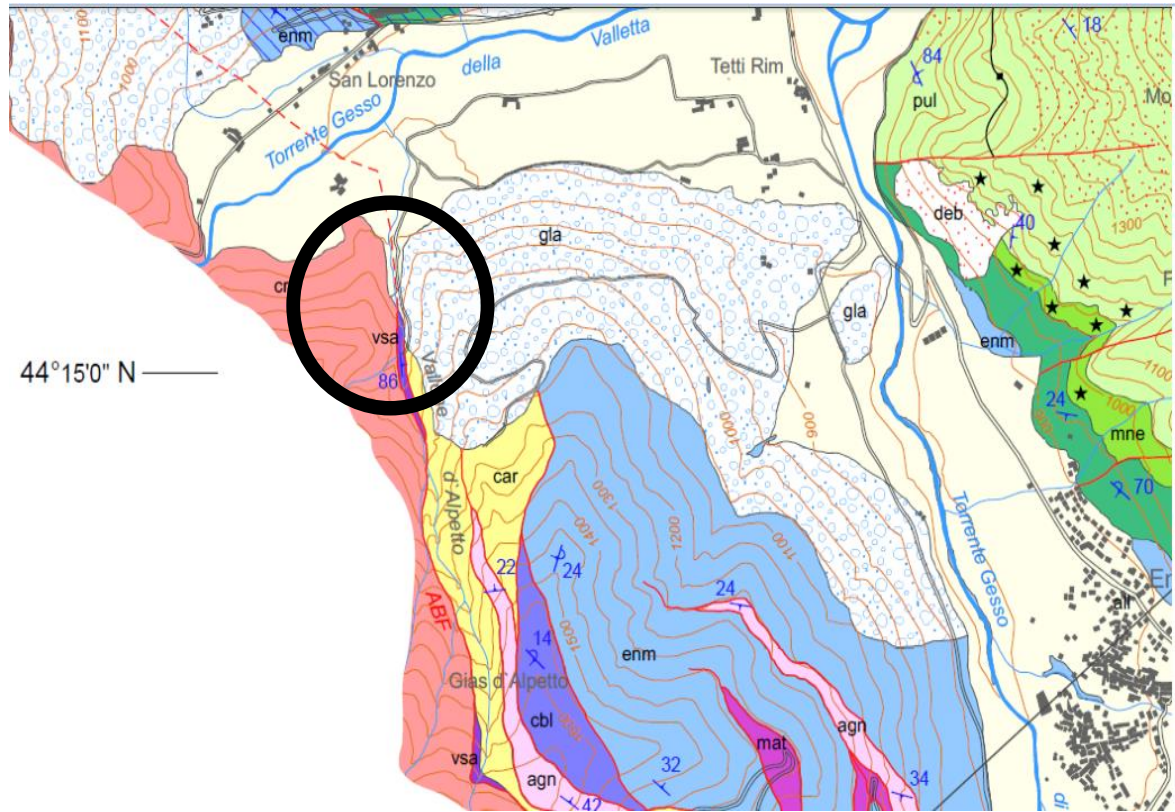
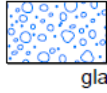


Fig. 3: stralcio della “Geological Map of the Entracque - Colle di Tenda Area (Maritime Alps, NW Italy)” con evidenziata la zona della Miniera del Lausetto (Barale *et al.*, 2015)

LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS

QUATERNARY DEPOSITS



gla

Undifferentiated glacial deposits

FAULT ROCKS



car

Carnieules

Vacuolar carbonates and polymictic or monomictic carbonate-cemented tectonic breccias, occurring as irregular bodies along tectonic contacts, up to several tens of metres large and more than 1 km long. Locally they include m-sized blocks of green and red pelites, coarsely-crystalline gypsum, and fine-grained dolostones (Gias della Culatta).

The main masses of carnieules crop out in correspondence with the tectonic boundary between the Argentera basement and the adjoining sedimentary successions (Valle Desertetto, Vallone d'Alpetto, and Vallone del Sabbione).

MIDDLE JURASSIC–LOWER CRETACEOUS DAUPHINOIS SUCCESSION



enm

Entracque Marl

Dark marls, calcareous marls, and shales, in dm-thick beds, with rare bioclastic mudstones and wackestones. In the upper part cm- to dm-thick breccia beds, more and more abundant towards the top of the unit. Breccia clasts, mm- to cm-sized, are both extraformational (finely crystalline dolostones, ooidal–peloidal grainstones, bioclastic wackestones) and intraformational (greyish and pinkish mudstones). Estimated thickness: some hundred metres.

Hemipelagic sediments, with interbedded gravity flow deposits. *MIDDLE? JURASSIC–BERRIASIAN?*

PERMIAN–LOWER JURASSIC SUCCESSION



agn

Mont Agnelet Formation

Finely crystalline dolostones, dolomitic limestones, and limestones, in dm-thick beds, with microbial/algal lamination, collapse breccias, and flat-pebble breccias, rare brachiopods and gastropods, cropping out in tectonic slices of limited extent and thickness (Monte del Chiamossero, Vallone del Sabbione, Gias d'Alpetto, and Colle di Tenda).

Peritidal deposits (under arid, sebkha-like conditions). *MIDDLE TRIASSIC*



vsa

Valette du Sabion quartzarenites

- Cross-bedded quartzarenites and pebbly quartzarenites, in dm-thick beds, locally followed by a few decimetres of dark-red pelites. Thickness: 5–8 m (Vallone del Sabbione, Monte del Chiamossero, and Forte Margheria).

- Greenish arenites and siltites, locally cemented by a brown, Fe-bearing carbonate. Thickness: 0–3 m (Vallone d'Alpetto).

Coastal deposits. *EARLY TRIASSIC*

ARGENTERA MASSIF CRYSTALLINE BASEMENT



cry

Undifferentiated crystalline rocks

Migmatitic granitoid gneiss, with local masses of granitoids and migmatitic amphibolites (Vallone del Sabbione, Laghi del Frisson).

PALAEOZOIC

Fig. 4: stralcio della legenda della Geological Map of the Entracque - Colle di Tenda Area (Maritime Alps, NW Italy) (Barale *et al.*, 2015)

LE CONCENTRAZIONI METALLIFERE DELLA VALLE GESSO

L'attività mineraria, finalizzata all'estrazione di minerali metallici ed in particolare della galena argentifera, ha avuto, nelle vallate alpine del cuneese, Valle Stura e Valle Gesso in particolare, un discreto sviluppo a partire dalla fine dell'800.

All'argomento Mari e Mari (1982) dedicano un capitolo della loro opera riguardante le miniere e i minerali delle Alpi Marittime in cui è specificatamente indicata anche la Miniera del Lausetto, la quale risulta altresì riportata nella Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000 del Malaroda (1970).

Delle manifestazioni metallifere a solfuri e ossidi di Fe Pb e Zn riferiscono anche Crema *et al.* (1971) evidenziando che nella zona dell'Argentera antiche miniere furono aperte nel Vallone dell'Ischiator per coltivare blenda, galena e pirite a Ruà e presso San Lorenzo di Valdieri (Miniera del Lausetto) per la ricerca di galena.

In Valle Stura l'attività estrattiva si concentrò infatti nei pressi di Demonte e, soprattutto, dei Bagni di Vinadio, nella Miniera di Ruà.

In tale località l'attività metallurgica fu particolarmente intensa, come dimostra l'estensione degli stabilimenti allora esistenti, desumibile dalla documentazione trasmessaci dal Barelli (1835).

In Valle Gesso la miniera del Lausetto era già attiva fin dall'inizio del '700 mentre, nei pressi del comune di Valdieri, a partire dalla fine del '700 fino al 1818, era in funzione la Miniera della Maissa, ove si estraeva siderite per la produzione di "ferro spatico".

L'attività di ricerca ed estrazione di minerali metallici in Valle Gesso, alla fine del diciassettesimo secolo, venne ulteriormente estesa ad alta quota, come dimostra la presenza, sul versante orientale dell'Asta Soprana a 2900 m di altitudine, di una miniera di arsenopirite attiva a partire dall'inizio del '900, miniera che tuttavia venne del tutto abbandonata fin dalla prima metà del XX secolo (Piccoli, 2002).

CENNI STORICI SULLA MINIERA DEL LAUSETTO

Secondo Martina (1967) “Nel territorio comprendente il Massiccio dell’Argentera, l’attività mineraria ebbe inizio in tempi molto remoti; tuttavia, per i tempi che precedettero il 1600, sono rari e di riferimento indiretto i documenti relativi alle coltivazioni minerarie: si tratta infatti di atti riguardanti divisioni ereditarie, transazioni, infeudazioni le cui clausole riguardanti le miniere provano comunque che i feudatari si interessarono delle risorse minerarie del sottosuolo”.

Nicolis De Robilant (1786) riferisce di una miniera collocata nella montagna del Lausetto, utilizzata per l’estrazione del piombo, ottenuto da “galena a grosse scaglie”, priva di tracce d’argento.

Si hanno dunque notizie certe sulla coltivazione di questa miniera a partire dal 1770, attività protrattasi fino a circa il 1800 e, successivamente, abbandonata fino alla fine del XVIII secolo quando il Prof. Giovanni Sibilla venne incaricato dal Genio Civile di Cuneo di svolgere ricerche finalizzate a rinvenire mineralizzazioni di piombo nei dintorni del capoluogo.

A seguito dei primi rilievi compiuti nel 1894, venne emesso a favore del Prof. Sibilla il decreto prefettizio per la ricerca di minerali di piombo, autorizzazione successivamente trasformata in concessione con inizio dei lavori nel 1897.

Poco dopo l’avvio dell’attività sorsero tuttavia alcune controversie relative alla quantità di materiale estratto, controversie che portarono in un primo tempo alla proibizione di esportare il minerale ottenuto e, successivamente, all’abbandono dell’attività stessa.

Seguirono alcuni anni di abbandono finché nel 1907 il Sig. Attilio Ceaglio, imprenditore cuneese già impegnato in attività estrattive presso la Cima d’Asta di Valdieri, ottenne, sempre per la medesima zona, un nuovo decreto prefettizio per la ricerca di metalli.

Non dovette passare molto tempo perché anche questo tentativo fallisse ma, dopo un breve periodo di chiusura, nel 1916 la Miniera del Lausetto riprese a destare interesse quando un personaggio molto noto nel campo della mineralogia, il Prof. Alessandro Roccati del Regio Politecnico di Torino, fece una dettagliata relazione su questa località, manifestando l’intenzione di riprendere e ampliare i lavori di estrazione precedentemente intrapresi.

Anche in questo caso, tuttavia, l’esito non fu positivo e l’attività venne presto abbandonata.

L'interesse per la Miniera del Lausetto e per l'area circostante non era però destinato a cessare e infatti nel 1929 la G.I.S.A. (Galena Italiana Società Anonima) avviò una campagna di ricerca di mineralizzazioni a piombo, zinco, antimonio e argento in un'ampia area intorno alla cima del Lausetto.

Nel 1930 il progetto venne però abbandonato, sia per la poca consistenza e irregolarità delle mineralizzazioni rinvenute, che per i nuovi orientamenti della siderurgia.

Nel 1935 il Cav. Uff. Natale Toracca presentò una nuova istanza di ricerca nella medesima regione all'allora Ministro delle Corporazioni.

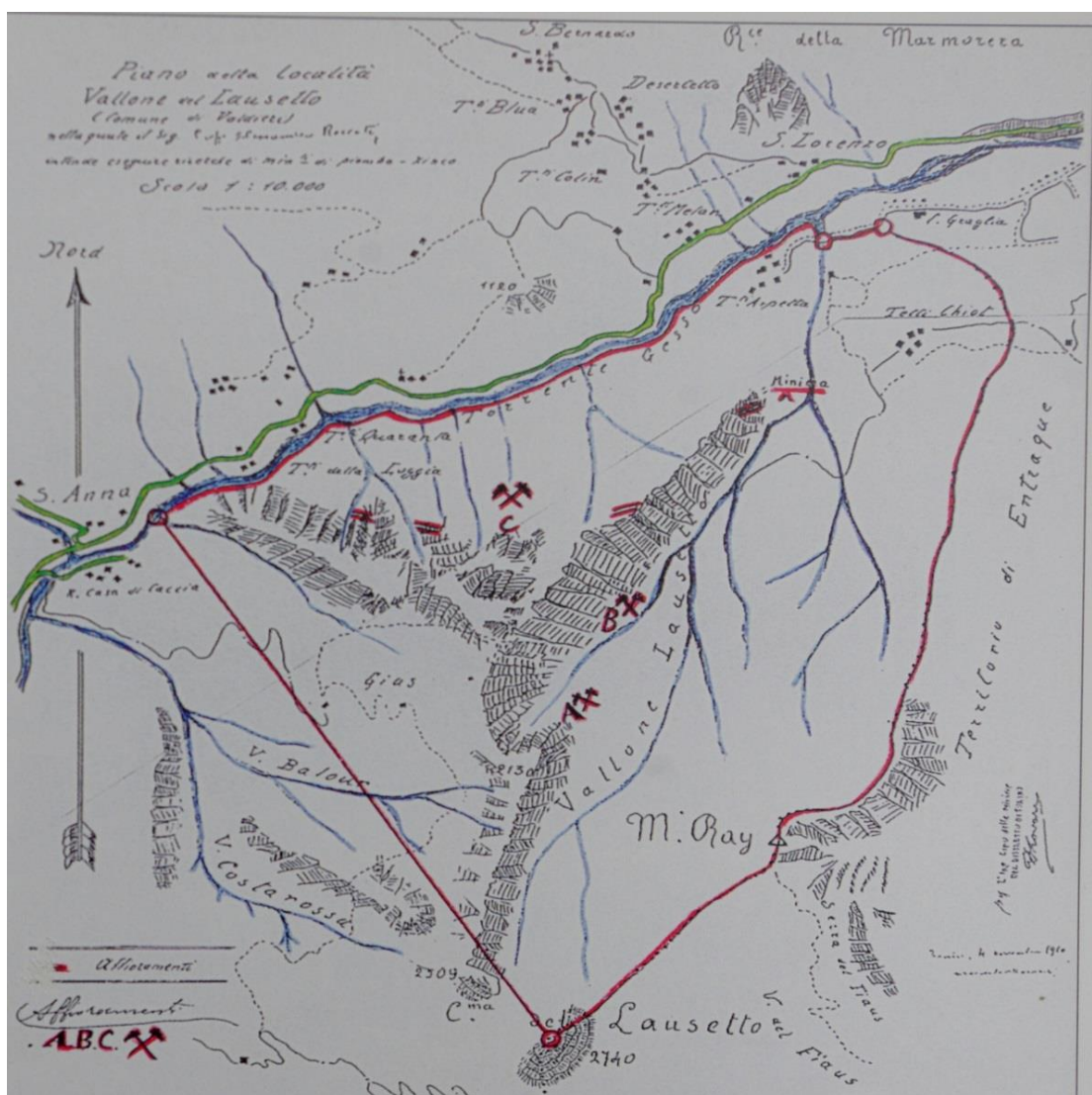


Fig. 5: Piano della Località Vallone del Lausetto. Alessandro Roccati 1910. Scala 1:10.000 (Rachino e Rachino, 1999)

Si trattò però dell'ennesimo fallimento poiché i risultati della ricerca non furono incoraggianti e non dettero origine ad alcuna attività di estrazione.

L'ultimo capitolo della lunga storia di questa miniera risale agli anni dell'autarchia fascista quando il Sig. Lorenzo Rosso presentò alla Segreteria Particolare di S.E. il Capo di Governo Cav. Benito Mussolini, un esposto in cui si lamentava il mancato sfruttamento di una ricca miniera di piombo nel vallone del Lausetto.

A prodigarsi per lo sfruttamento del giacimento fu questa volta la Divisione Miniere del Ministero delle Corporazioni ed un nuovo permesso di ricerca venne emesso su un'area di 512 ettari per il rinvenimento di: “marmatite, galena argentifera, barite e fluoritina” (la marmatite è una varietà di sfalerite).

Nel 1941 vengono nuovamente, questa volta definitivamente, abbandonate tutte le speranze per un proficuo utilizzo delle risorse minerarie della regione del Lausetto (Rachino e Rachino, 1999).

COME SI PRESENTA IL SITO OGGI

La miniera ricade nel comune di Valdieri ed è ubicata sul versante destro del torrente Gesso della Valletta, di fronte all'abitato di San Lorenzo. Le relative coordinate geografiche sono: 44° 14' 50" N; 5° 05' 30" O (Rachino e Rachino, 1999).

La strada di accesso si diparte dalla provinciale per Entracque e conduce alla borgata Tetti Arpetta; prima di raggiungere tale frazione si attraversa il torrente Lausetto poco a monte della sua confluenza con il Gesso della Valletta dove, sulla sponda opposta, si distacca il sentiero che risale il vallone omonimo e conduce alla miniera.

Più precisamente la miniera si trova ad un'altezza di circa 1000 m s.l.m., poco a monte della confluenza della Valle dell'Alpetto con la Valle del Lausetto, sulla sponda sinistra di quest'ultima.

Si tratta di un'ampia cavità da cui si dipartono alcune brevi gallerie, ancor oggi in buona parte accessibili, interrotte da più ampi vuoti di estrazione, probabile sede di maggiore attività estrattiva.

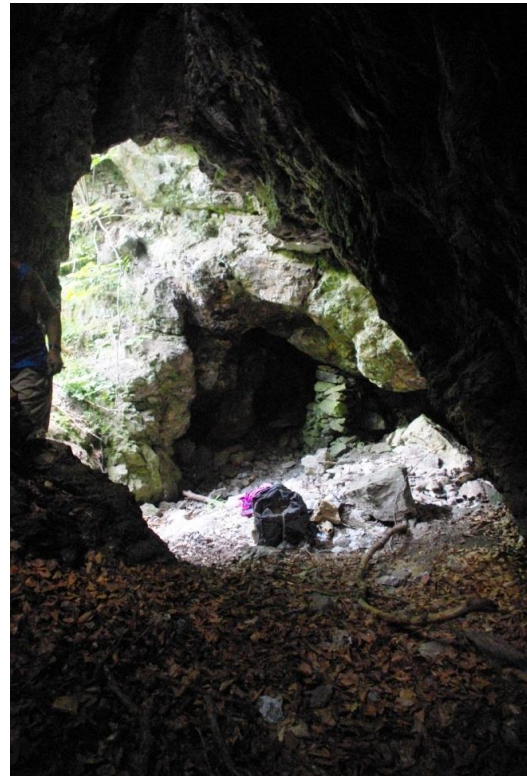


Foto 1 e 2: L'ingresso della miniera come appare oggi; vista dall'esterno e dall'interno

I filoni, incassati negli gneiss del Massiccio Cristallino dell'Argentera, sono costituiti prevalentemente da barite, fluorite, cerussite, galena e altri solfuri (tra i quali pirite, sfalerite e calcopirite) e risultano caratterizzati da andamento irregolare e scarsa potenza, pur se a tratti si allargano in più ampie sacche.

Secondo Cevalles (1961) le mineralizzazioni si sviluppano con un orientamento prevalente in direzione N 30°- 40° O, per una lunghezza di alcune centinaia di metri e, superato il crinale divisorio denominato Serra del Lausetto, raggiungono la sponda destra del Gesso.

Informazioni relative alle mineralizzazioni si rinvengono anche nel lavoro di Martina (1967) il quale riferisce della presenza di corpi filoniani a quota 975 e quota 1.100, presso il contatto fra anatessiti biotitiche ed embrechiti, con direzione nord 35° ovest e immersione verso sud-ovest ed inclinazione di 35° - 60°. Tali filoni si allungano secondo questa direzione per circa 200 m con potenza di 1 – 2 m. La mineralizzazione è prevalentemente a barite; i minerali metallici generalmente localizzati alle salbande sono costituiti da galena, sfalerite ferrifera, calcopirite, tetraedrite e pirite.

I filoni di cui sopra sono altresì riportati nelle Note Illustrative alla Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000 (Carraro *et al.*, 1970), ove si citano specificamente le mineralizzazioni a barite ed a solfuri metallici della Miniera del Lausetto.

Nel fondovalle, presso la località Alpetta, ancor oggi risultano visibili i resti degli edifici utilizzati per la lavorazione del minerale, risalenti alla metà del XVIII secolo, probabilmente utilizzati per la lavorazione del materiale proveniente anche da altre località di estrazione (Rachino e Rachino, 1999).



Foto 3: Ruderì dei fabbricati dell'antico stabilimento di lavorazione del minerale estratto

METODI DI ANALISI

I minerali rinvenuti nella Miniera del Lausetto sono il risultato di una campagna di ricerca svoltasi tra il 2012 e il 2015 ad opera del candidato e degli altri soci dell'Associazione Dilettantistica Culturale Mineralogica Buzzi UNICHEM; tutto il materiale raccolto è stato esaminato allo stereomicroscopio allo scopo di pervenire ad una prima individuazione delle specie presenti e di selezionare i campioni da sottoporre a successiva analisi.

La maggior parte dei minerali individuati (22 su 28) sono stati analizzati in Microscopia Elettronica a Scansione associata a Microanalisi in Dispersione di Energia (SEM – EDS) semi – quantitativa (Dipartimento di Scienze della Terra) e in tre casi sottoposti ad ulteriore verifica condotta mediante spettrometro micro – Raman (Centro Scansetti di Torino). Per i restanti 6 campioni non è stato necessario eseguire alcuna ulteriore analisi, perché identificati dal candidato mediante osservazione a occhio nudo e/o allo stereomicroscopio.

Le analisi dei 22 campioni al SEM – EDS sono state effettuate dai ricercatori dell'AMI (Associazione Micromineralogica Italiana) nell'ambito dell'attività svolta negli anni 2012 - 2015 relativa alla “Caratterizzazione di specie nuove e/o rare”.

Il microscopio elettronico a scansione SEM (*Scanning Electron Microscopy*) consiste in una colonna elettronica in grado di emettere un fascio di elettroni che viene fatto incidere sulla superficie del materiale da indagare e che ne esplora una piccola area (*scanning*) producendo vari tipi di segnale (elettroni secondari, elettroni retrodiffusi, raggi X, catodoluminescenza, elettroni assorbiti dal campione) raccolti da un rilevatore posto in prossimità del campione in esame. Quest'ultimo trasforma tali segnali in un'immagine tridimensionale a elevata profondità di campo e risoluzione. Un *detector* per raggi X a dispersione di energia EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) consente invece l'analisi spettrale dei raggi X generati dal campione in seguito al bombardamento elettronico (Klein, 2004).



Foto 4: Postazione di lavoro per le analisi con microscopio a scansione SEM - EDS presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino

I dati ottenuti mediante SEM – EDS sono stati successivamente trattati mediante il software di calibrazione, diagnostica e archiviazione INCA della Oxford Instruments.

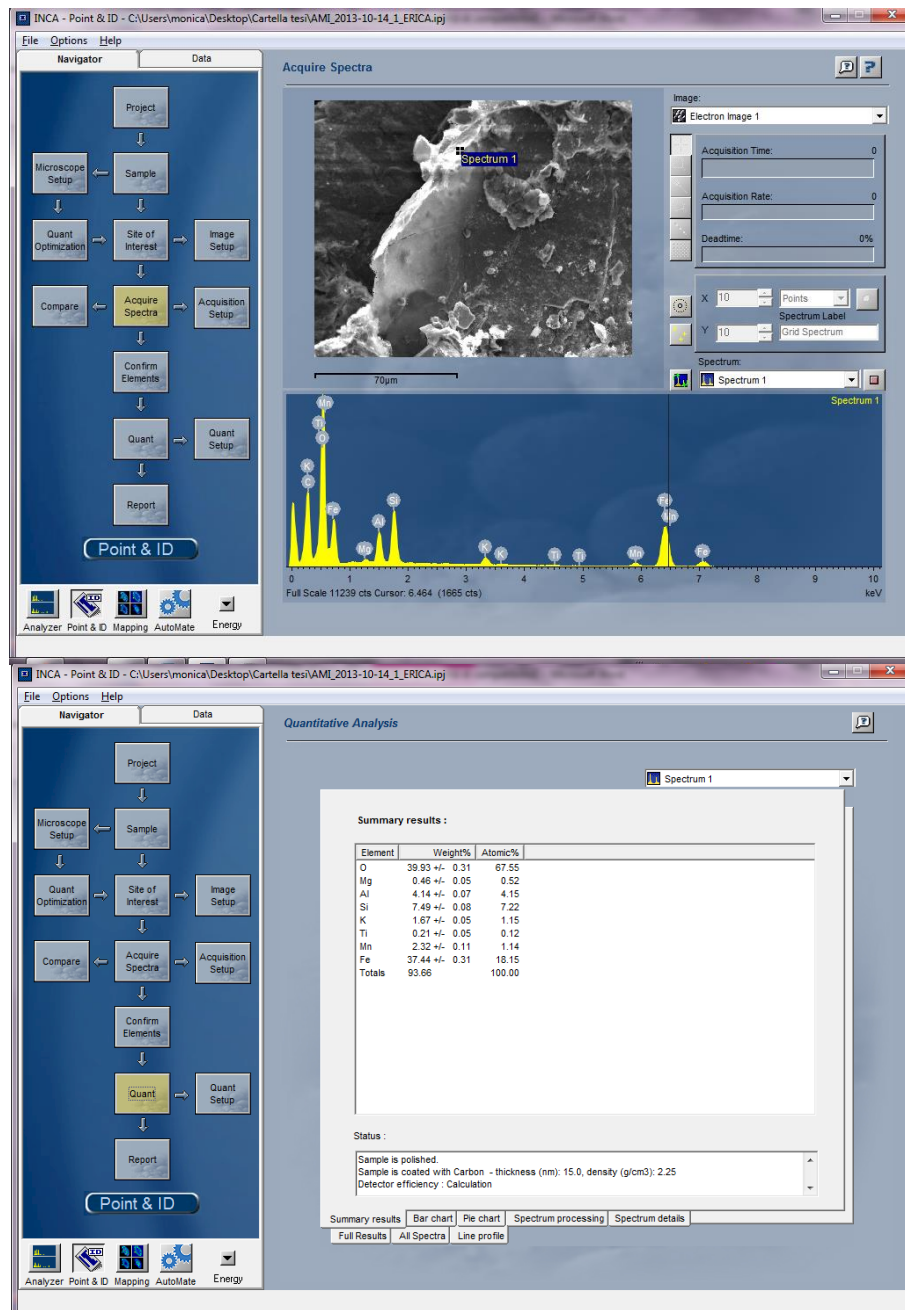


Foto 5: Esempio di come viene visualizzata un'analisi semi-quantitativa: nella parte superiore la fotografia del campione e lo spettro, con i picchi caratteristici degli elementi costituenti il campione; in quella inferiore la concentrazione percentuale degli elementi

L'identificazione dei minerali a partire dalle informazioni acquisite è quindi avvenuta tramite il database *American Mineralogist Crystal Structure Database*, creato e mantenuto aggiornato dalla *Mineralogical Society of America* e l'Associazione Mineralogica del Canada (<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php>).

Come detto, su alcuni minerali, sono state compiute dal gruppo dell'AMI ulteriori analisi condotte con spettrometro micro-Raman, integrato della "Jobin Yvon Mod. LABRAM HRVIS" fornito di computer di gestione del sistema. Lo strumento è costituito da un microscopio ottico petrografico Olympus BX41 predisposto per osservazioni in luce trasmessa e riflessa ed è dotato di polarizzatore, analizzatore e videocamera a colori. Il microscopio è fornito di un sistema ottico con focale di accoppiamento allo spettrometro con obiettivi 10X, 20X, 50X e 100X a lunga distanza di lavoro e un ingrandimento 4X disponibile per analisi macroscopiche. La presenza di una tavola porta-campioni motorizzata consente l'acquisizione di mappe bidimensionali e di profili. Il sistema è inoltre dotato di 2 laser polarizzati: laser rosso HeNe (lunghezza d'onda 633 nm, potenza 20 mW) e laser verde Nd allo stato solido (lunghezza d'onda 532 nm, potenza 250 mW) ed è completo di filtri Edge per righe laser 633 nm e 532 nm e di un set di filtri interferenziale (risoluzione spettrale con reticolo 1800: 2 cm⁻¹ per laser verde e 1.5 cm⁻¹ per laser rosso). Completano lo strumento una consolle per gestire il fascio laser e l'illuminazione nel microscopio ed una postazione PC con il *software* Labspec 5 in ambiente Windows XP per l'acquisizione e l'elaborazione degli spettri Raman.



Foto 6: Postazione di lavoro per le analisi con spettrometro micro-Raman presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino

DESCRIZIONE DEI MINERALI

I minerali rinvenuti nella Miniera del Lausetto, sono stati raccolti e selezionati dal candidato tra il 2012 e il 2015. La scelta del materiale da sottoporre ad analisi è stata effettuata previa valutazione allo stereomicroscopio al fine di individuare i campioni ritenuti di maggior interesse. Tale selezione è stata operata a partire da numerose decine di campioni prelevati in molti differenti punti della miniera.

Minerali rinvenuti:

Solfuri:	calcopirite, galena, pirite, sfalerite
Alogenuri:	fluorite
Ossidi:	cesàrolite, calcofanite, coronadite, criptomelano, ematite, hausmannite, manganosite, magnetite, quarzo, romanèchite
Idrossidi:	goethite, lepidocrocite
Carbonati:	bastnäsitate-(Ce), calcite, cerussite, malachite, siderite
Fosfati:	piromorfite
Solfati:	anglesite, barite, gesso
Silicati:	berthierina, dickite.

Tutti i minerali, tranne: calcite, calcopirite, fluorite, malachite, pirite e piromorfite, la cui identificazione è avvenuta attraverso analisi allo stereomicroscopio, sono stati sottoposti ad analisi compiute in microscopia Elettronica a Scansione associata a Microanalisi in Dispersione di Energia (SEM –EDS) semi – quantitativa.

Nel caso della hausmannite, della chalcophanite e della coronadite si è proceduto ad ulteriore verifica condotta mediante spettroscopio micro-Raman mentre, per dieci campioni, non è stato possibile giungere a determinazione certa e sono in corso in ulteriori verifiche .

Le formule chimiche di ciascuna specie sono state tratte dal sito “*IMA approved minerals*” (<http://www.ima-mineralogy.org/Minlist.htm>) e le caratteristiche principali (sistema cristallino, durezza e densità) dal sito <http://www.mindat.org/>

Quando non diversamente indicato per “piccolo ingrandimento” si deve intendere 28X (14x2) mentre per “forte ingrandimento” 56X (14x4).

Qui di seguito vengono descritte tutte le specie individuate, suddivise nelle rispettive classi di appartenenza.

SOLFURI

Calcopirite (chalcopyrite) CuFeS_2

Sistema tetragonale	H: 3.5 - 4	Densità: 4.1- 4.3 g/cm^3
---------------------	------------	-----------------------------------

Abbastanza comune sotto forma di filoncelli entro la “ganga” di barite, si rinviene altresì in masse microcristalline, talvolta reniformi e di dimensioni fino ad 1 cm dal tipico colore giallo oro e lucentezza metallica (foto 7).

La presenza di questo minerale è già stata segnalata in precedenza per questa località da Cevalles (1961).

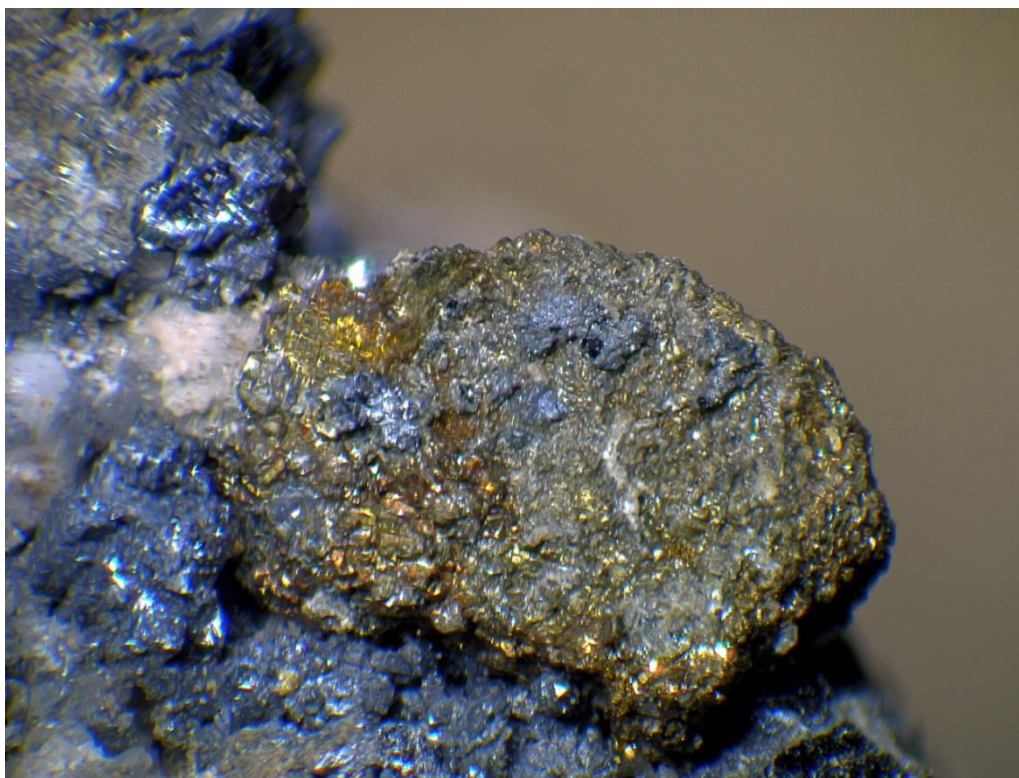


Foto 7: aggregato reniforme microcristallino di calcopirite (lato maggiore 1cm)

Galena (galena) PbS

Sistema cubico	H: 2.5	Densità: 7.58 g/cm^3
----------------	--------	-------------------------------

Si tratta del minerale oggetto a suo tempo di estrazione e che ancor oggi rappresenta il solfuro che si rinviene con maggiore frequenza.

Già precedentemente citata per questa località da Martina (1967), la galena si trova prevalentemente sotto forma di aggregati spatici dalla tipica sfaldatura cubica entro la barite; il colore è grigio e la lucentezza metallica.

Pirite (pyrite) FeS₂

Sistema cubico	H: 6 -6.5	Densità: 4.8 – 5.0 g/cm ³
----------------	-----------	--------------------------------------

Anch'essa già annoverata per questa località da Martina (1967), è presente in cristalli da millimetrici ad un 1 cm, di abito cubico e colore ottone.

Sfalerite (sphalerite) ZnS

Sistema cubico	H: 3.5- 4	Densità: 3.9 – 4.1 g/cm ³
----------------	-----------	--------------------------------------

Molto rara, anch'essa già segnalata da Martina (1967), è presente esclusivamente in cristalli di piccolissima dimensione, di abito tetraedrico o di forma arrotondata (foto 8). Il colore varia dal giallo miele al bruno; la paragenesi comprende romanèchite e hausmannite.

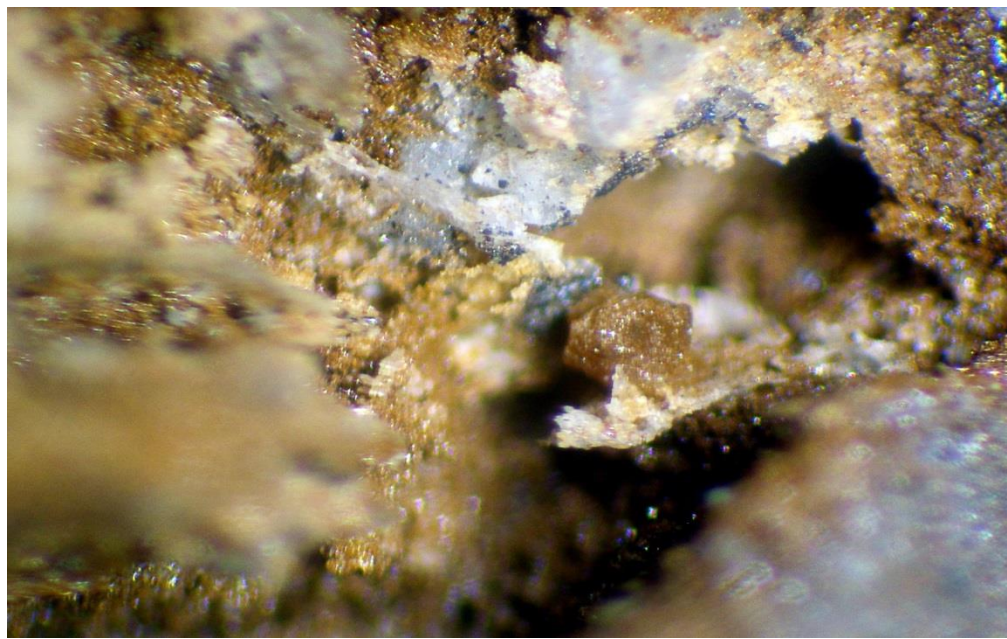


Foto 8: piccolo cristallo di forma arrotondata di sfalerite (spigolo di circa 1 mm)

ALOGENURI

Fluorite (fluorite) CaF₂

Sistema cubico	H: 4	Densità: 3.17–3.56 g/cm ³
----------------	------	--------------------------------------

Già nota in questa località (Piccoli, 2002) si presenta sotto forma di eleganti cristalli cubici di dimensioni massime di un centimetro di spigolo, colore bianco o, meno frequentemente, violetto ed è spesso in associazione con barite (foto 9).



Foto 9: cristalli cubici di fluorite (spigolo maggiore di circa 3 mm) con barite

OSSIDI

Cesàrolite (cesàrolite) $\text{Pb}(\text{Mn}^{4+})_3\text{O}_6(\text{OH})_2$

Sistema trigonale	H: 4.5	Densità: 5.29 g/cm ³
Parametri di cella: $a = 2.811\text{Å}$, $c = 20.386\text{Å}$; $V = 139.50\text{Å}^3$; $a:c = 1:7.25222$.		

Si tratta di un rinvenimento di particolare importanza trattandosi della seconda segnalazione in Italia di questo minerale. Si ha notizia della presenza di cesàrolite “sotto forma di granuli subsferici picci con esfoliazione cipollare” da Forti *et al.* (2005) nel sistema carsico di Santa Barbara (Miniere di San Giovanni, Iglesias).

La cesàrolite, così denominata in onore di Giuseppe Raimondo Pio Cesaro, Professore di Mineralogia e Cristallografia all'Università di Liege in Belgio (1849 -1939), si presenta, nel sito in esame, sotto forma di sferule (foto 10) o di incrostazioni di colore grigio acciaio e lucentezza sub-metallica.

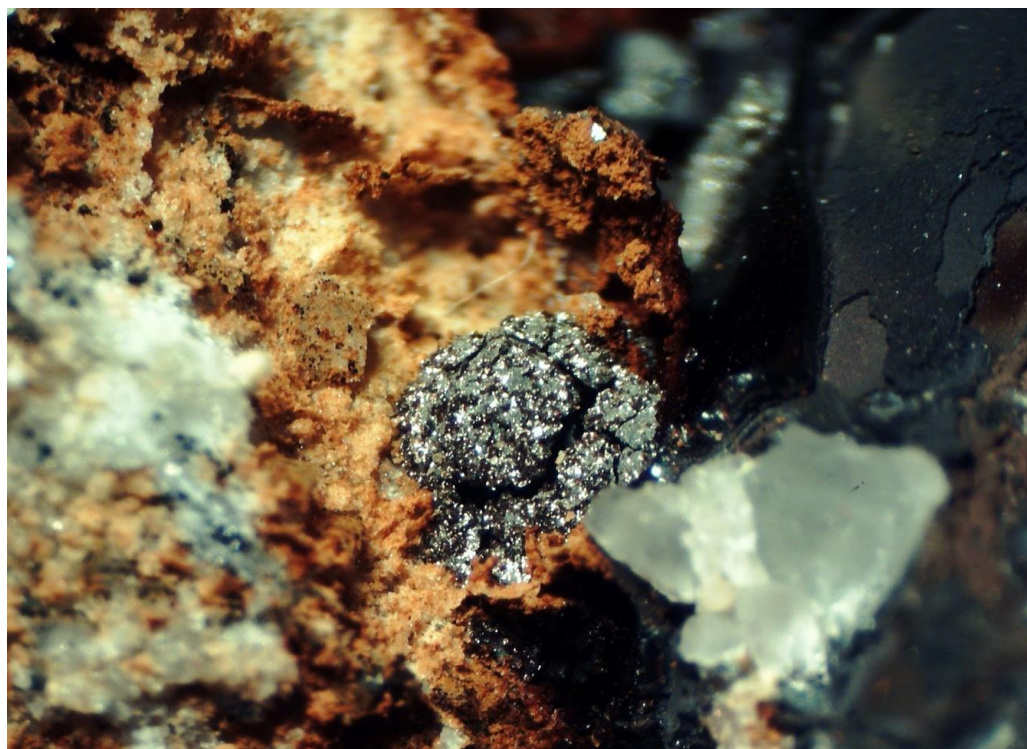


Foto 10: cesàrolite in aggregati sferoidali (dimensione della sfera circa 1 mm)

La località tipo di questo minerale è: Sidi Amor Ben Salem Mine, Tunisia; precedenti ritrovamenti sono stati segnalati in: Svizzera, Arizona (USA), Inghilterra e Galles.

Calcofanite (chalcophanite) $\text{ZnMn}^{4+}_3\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Sistema trigonale	H: 2.5	Densità: 3.9 – 4.1 g/cm ³
-------------------	--------	--------------------------------------

Ossido idrato di manganese e zinco piuttosto raro, si trova in aggregati microcristallini di colore rosso-violaceo e lucentezza metallica, spesso tappezzanti piccoli geodi (foto 11).



Foto 11: aggregati microcristallini di calcofanite in un piccolo geode (lunghezza dell'aggregato circa 3 mm)

Coronadite (coronadite) $\text{Pb}(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{2+})_8\text{O}_{16}$

Sistema monoclinico	H: 4.5 - 5	Densità: 5.25 – 5.5 g/cm ³
---------------------	------------	---------------------------------------

Minerale secondario nella zona di ossidazione dei giacimenti di manganese; nei campioni rinvenuti nella Miniera del Lausetto si presenta, a piccolo ingrandimento, in aggregati sferoidali costituiti da microcristalli a struttura fibrosa/aciculare di colore argenteo e lucentezza metallica (foto 12). A maggiore ingrandimento i singoli cristalli appaiono in forma di aghi disposti a rosetta (foto 13).

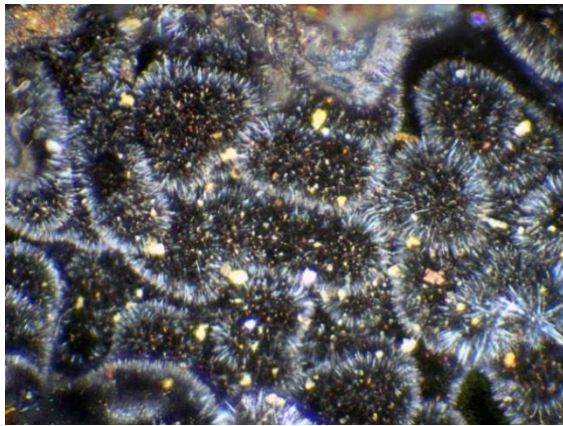


Foto12: cristalli aghiformi di coronadite

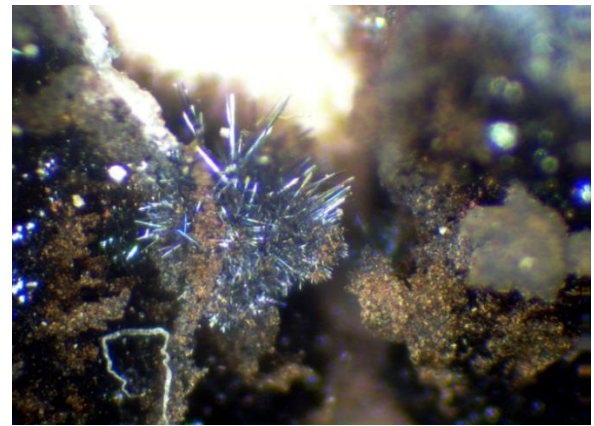


Foto13: aggregati botroidali di coronadite

Criptomelano (cryptomelane) $\text{K}(\text{Mn}^{4+}_7\text{Mn}^{3+})\text{O}_{16}$

Sistema monoclinico	H: 5 – 6.5	Densità: 4.17–4.41 g/cm ³
---------------------	------------	--------------------------------------

Interessante minerale membro del gruppo omonimo, già segnalato in altre zone del cuneese (Montaldo di Mondovì) da Piccoli *et al.* (2007) in associazione ad altri ossidi di manganese (hollandite); nel sito in esame è stato rinvenuto in diffusi ammassi sferoidali/mammellonari feltrosi, spesso su romanechite, costituiti da una aggregazione di piccoli cristalli aghiformi di colore grigio cenere o marrone chiaro tendente al rosa (foto 14).



Foto 14: aggregato mammellonare di piccoli cristalli feltrosi di criptomelano (dimensione maggiore dell'aggregato circa 3 mm)

Ematite (hematite) Fe_2O_3

Sistema trigonale	H: 5 - 6	Densità: 5.26 g/cm ³
-------------------	----------	---------------------------------

Si presenta in lamine micacee di colore nero e di dimensioni fino a un centimetro a costituire noduli di ammassi cristallini di dimensione massima di 5 cm. Rari i cristalli singoli.

Hausmannite (hausmannite) $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_2\text{O}_4$

Sistema tetragonale	H: 5.5	Densità: 4.83–4.85 g/cm ³
---------------------	--------	--------------------------------------

Ossido complesso di manganese bi e trivalente, è un minerale primario dei filoni idrotermali di alta temperatura ed è un possibile prodotto di alterazione della galena (Korbel e Novak, 2004).

I campioni rinvenuti nella Miniera del Lausetto si presentano come piccoli cristalli ben formati pseudo – ottaedrici (foto 15) variamente geminati e di dimensioni di pochi mm. Il colore è grigio e la lucentezza metallica.

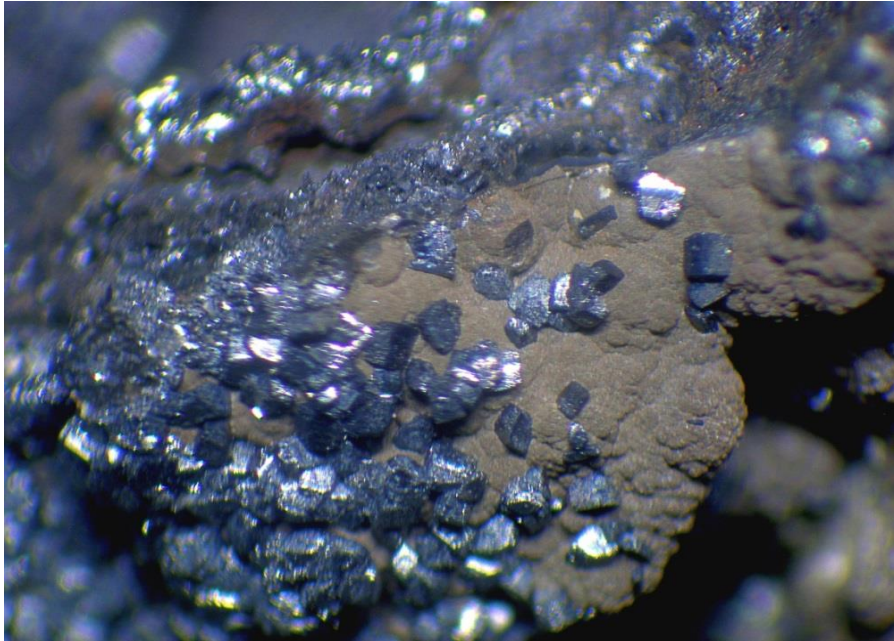


Foto15: cristalli pseudo ottaedrici di hausmannite (spigolo maggiore cristalli circa 0.5 mm)

Manganosite (manganosite) MnO

Sistema cubico	H: 5.5	Densità: 5.36 g/cm ³
----------------	--------	---------------------------------

Piccoli cristalli lamellari, di dimensione millimetriche, disposti a formare rosette di colore plumbeo e lucentezza metallica (foto 16).

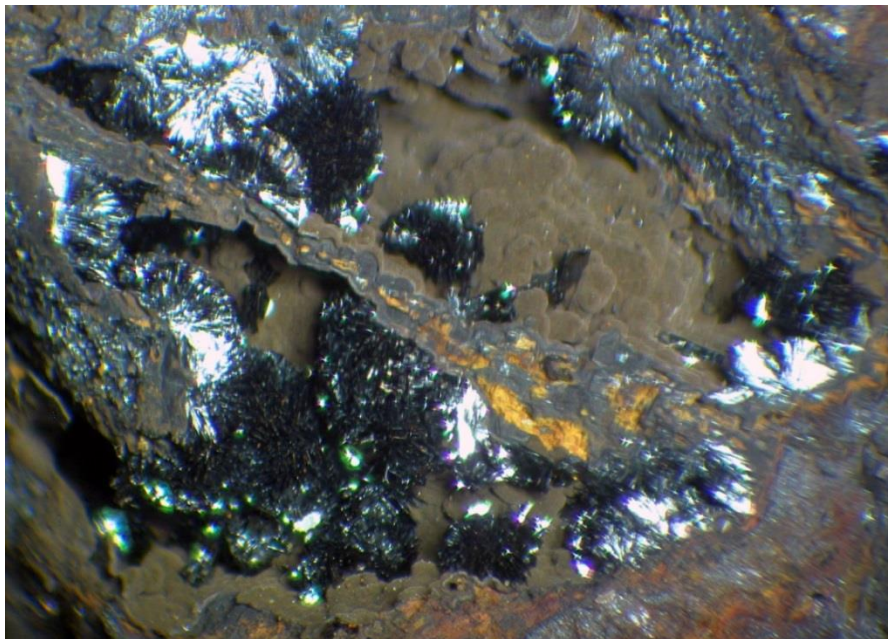


Foto 16: cristalli di manganosite (lunghezza massima 1 mm)

Magnetite (magnetite) $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$

Sistema cubico	H: 5.5 – 6.5	Densità: 5.17 g/cm ³
----------------	--------------	---------------------------------

Si trova associata a barite, fluorite, ematite e, in alcuni casi, su romanèchite. Si presenta sotto forma di cristalli ottaedrici e pseudocubici di colore nero.

Quarzo (quartz) SiO_2

Sistema trigonale	H: 5.5 – 6.5	Densità: 2.65-2.66 g/cm ³
-------------------	--------------	--------------------------------------

Raro e già segnalato da Mari e Mari (1982), lo si rinviene in piccoli cristallini nella “ganga” di barite.

Romanèchite (romanèchite) $(\text{Ba}, \text{H}_2\text{O})_2 \text{Mn}_5\text{O}_{10}$

Sistema monoclinico	H: 5 - 6	Densità: 6.45 g/cm ³
---------------------	----------	---------------------------------

Ossido di manganese che si origina nella zona di ossidazione dei depositi manganesiferi contenenti carbonati e silicati di manganese (Chaumeton, 1990). Si presenta sotto forma di masse botroidali, di colore variabile dal nero al grigio, spesso in associazione con goethite (rispetto alla quale risulta difficilmente distinguibile ad un semplice esame visivo e, probabilmente, spesso ritenuta tale in passato); la lucentezza è da sub-metallica a opaca (foto 17).

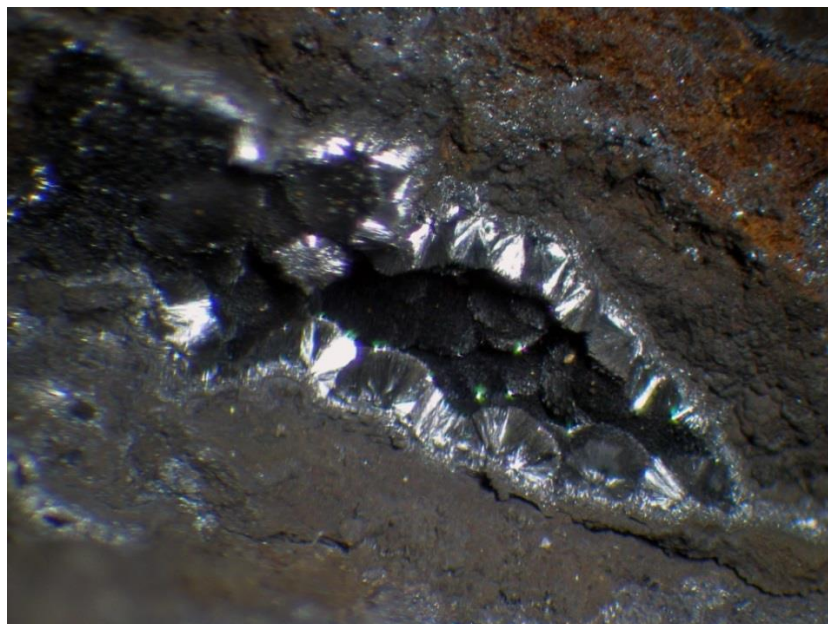


Foto 17: romanèchite in formazioni botroidali di lucentezza metallica (lunghezza maggiore del geode 4 mm)

IDROSSIDI

Goethite (goethite) $\text{Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$

Sistema ortorombico	H: 5 – 5.5	Densità: 4.27–4.29 g/cm ³
---------------------	------------	--------------------------------------

Molto frequente, la si ritrova in masse botrioidali di colore dal grigio al nero plumbeo e lucentezza da metallica a vetrosa; spesso manifesta iridescenza. In alcuni casi le masse botrioidali assumono una singolari forma “a fiaschetto” (foto 18).



Foto18: goethite a forma di fiaschetti

Lepidocrocite (lepidocrocite) $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$

Sistema ortorombico	H: 5	Densità: 4.05 -4.13 g/cm ³
---------------------	------	---------------------------------------

Minerale secondario di ferro spesso associato a goethite dove forma spalmature ferruginose o “spolverature” di colore rosso ocraceo (foto 19).



Foto19: lepidocrocite su goethite (larghezza del campo 8 mm)

CARBONATI

Bastnäsitate-(Ce) (bastnäsitate-Ce) (Ce,La)(CO₃)F

Sistema esagonale	H: 4 – 4.5	Densità: 4.9 -5.2 g/cm ³
-------------------	------------	-------------------------------------

Rarissimo fluorocarbonato di Terre Rare di origine magmatica in pegmatiti o in rocce metamorfiche (Korbel e Novák, 2004). È stata rinvenuta nel sito in esame in un singolo cristallo sopra K-feldspato.

Calcite (calcite) Ca(CO₃)

Sistema trigonale	H: 3	Densità: 2.71g/cm ³
-------------------	------	--------------------------------

Non frequente; si presenta in piccoli cristalli scalenoedrici.

Cerussite (cerussite) (PbCO₃)

Sistema ortorombico	H: 3 – 3.5	Densità: 6.53 -6.57 g/cm ³
---------------------	------------	---------------------------------------

Piuttosto frequente in forma di aggregati aciculari o di singoli cristalli prismatici, trasparenti o bianchi, perfettamente formati e di dimensione variabili da pochi millimetri fino ad oltre un centimetro (foto n. 20 e 21).



Foto 20: aggregato di cristalli aciculari di cerussite
(lunghezza massima dei cristalli 3-4 mm)



Foto 21: cerussite con fluorite
(lunghezza massima dei cristalli 3-4 mm)

Malachite (malachite) $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$

Sistema monoclinico	H: 3.5 - 4	Densità: 3.6 – 4.05g/cm ³
---------------------	------------	--------------------------------------

Non comune, la si trova in eleganti aggregati di piccoli cristalli aciculari di un bel colore verde smeraldo (foto 22 e 23).



Foto 22 e 23: aggregati aciculari di cristalli di malachite (lunghezza massima dei cristalli 1.5 -2.0 mm)

Siderite (siderite) $\text{Fe}(\text{CO}_3)$:

Sistema trigonale	H: 3.5 – 4.5	Densità: 3.96 g/cm ³
-------------------	--------------	---------------------------------

È presente in aggregati di cristalli lenticolari (foto 24) di dimensione massima di circa 0.5 cm. Il colore varia dal bruno al rosso scuro. Spesso si rinviene in associazione con romanèchite e/o hausmannite e/o berthierine.

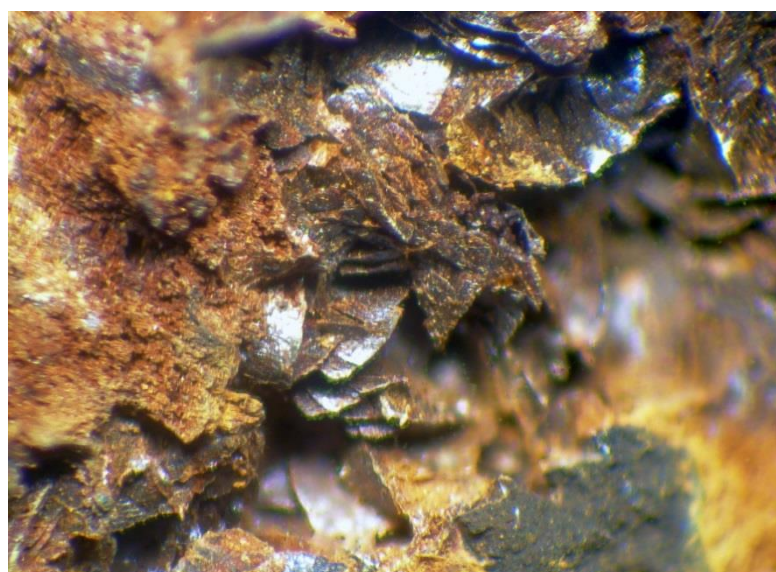


Foto 24: cristalli lenticolari di siderite (lato maggiore 0.5 cm)

FOSFATI

Piomorfite (pyromorphite) $Pb_5(PO_4)_3Cl$

Sistema esagonale	H: 3.5 - 4	Densità: 7.04 g/cm ³
-------------------	------------	---------------------------------

Minerale di origine secondaria caratteristico della zona di ossidazione dei giacimenti ricchi di piombo, si presenta in bei cristalli giallo-verdi, prismatici e/o a “barilotto (foto 25).

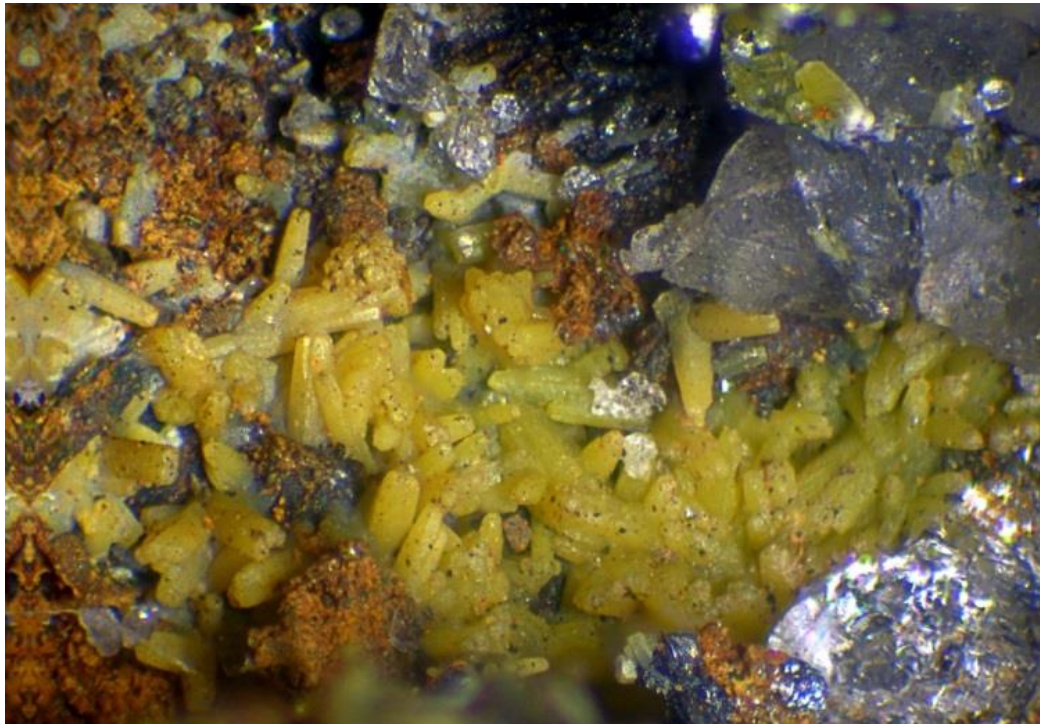


Foto 25: cristalli prismatici (dimensione massima 5 mm) di piomorfite

SOLFATI

Anglesite (anglesite) (BaSO_4)

Sistema rombico	H: 2.5 - 3	Densità: 6.37–6.39 g/cm ³
-----------------	------------	--------------------------------------

Cristalli prismatici di dimensioni di alcuni mm e abito tabulare, incolore o bianchi, spesso associati a cerussite e galena (foto 26).



Foto 26: cristallo tabulare di anglesite (spigolo maggiore 3 mm)

Barite (baryte) (BaSO₄)

Sistema rombico	H: 3 – 3.5	Densità: 4.5 g/cm ³
-----------------	------------	--------------------------------

Si tratta del minerale più diffuso. Si presenta in masse spatiche di colore bianco a costituire la ganga e, più raramente, in singoli cristalli ben formati, trasparenti o bianchi in piccoli geodi (foto 27).



Foto 27: cristalli millimetrici di barite (lato maggiore cristalli 1 mm)

Gesso (gypsum) CaSO₄ 2H₂O

Sistema monoclinico	H: 2	Densità: 2.31 – 2.g/cm ³
---------------------	------	-------------------------------------

Piccoli cristalli tabulari bianchi o trasparenti.

SILICATI (fillosilicati)

Berthierina (berthierine) $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

Sistema monoclinico	H: 2.5	Densità: 3.06 g/cm ³
---------------------	--------	---------------------------------

Minerale del gruppo caolinite – serpentino. Si presenta, spesso associata a romanèchite, sotto forma di lamelle o squame millimetriche di colore caramello e lucentezza cerosa (foto 28).



Foto 28: berthierine in lamine fogliacee (lato maggiore del campo 2 mm)

Dickite (dickite) $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

Sistema monoclinico	H: 2 – 2.5	Densità: 2.6 g/cm ³
---------------------	------------	--------------------------------

È anch'esso minerale del gruppo caolinite – serpentino, polimorfo con l'halloysite; si rinviene principalmente come minerale di origine idrotermale in associazione a solfuri (Piccoli *et al.*, 2007).

Nella Miniera del Lausetto la dickite è stata trovata sotto forma di masse tendenzialmente sferoidali, composte da squamette di colore bianco lattiginoso (foto 29).

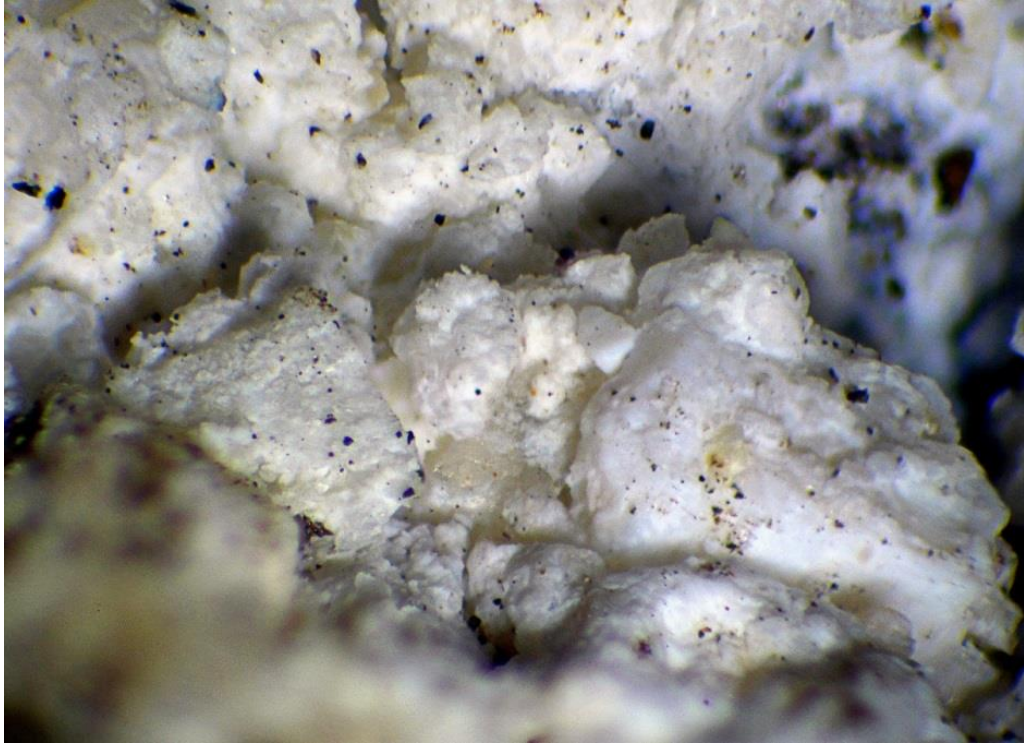


Foto 29: cristalli squamosi di dickite in formazioni sferoidali (larghezza del campo 2 mm)

CENNI DI MINEROGENESI

Nelle Alpi occidentali sono presenti numerose mineralizzazioni metalliche, principalmente di origine idrotermale; a parte alcune eccezioni (ad esempio, le concentrazioni a solfuri massivi associate alle metaofioliti), si tratta prevalentemente di concentrazioni epigenetiche sotto forma di vene e filoni.

Con il termine idrotermalismo viene indicato il processo di circolazione di fluidi caldi (prevalentemente acquosi) nelle porzioni medio-alte della crosta terrestre. La temperatura dei fluidi può essere molto varia, da inferiore a 100°C fino a svariate centinaia di gradi: in passato il termine “idrotermale” veniva applicato esclusivamente a fluidi allo stato liquido, ponendo come limite superiore di temperatura 373°C (temperatura critica dell’acqua). Tale accezione è però stata oggi abbandonata, in quanto fortemente riduttiva e in genere sbagliata: un fluido acquoso può essere, infatti, allo stato liquido anche a temperature decisamente maggiori se – come accade normalmente – esso non è costituito da acqua distillata; inoltre, lo *stato* del fluido (liquido, vapore e supercritico) è raramente noto. Quello che viene invece in genere sottolineato ultimamente è che il termine idrotermale implica la circolazione di un fluido a temperatura *superiore* rispetto a quella delle rocce incassanti.

Le soluzioni acquose permeano le fratture delle rocce trasportando elementi – sovente metalli - in soluzione che, con la diminuzione della temperatura, possono essere poi depositati, spesso sotto forma di solfuri o elementi nativi, in una successione dipendente dalla loro solubilità.

I sistemi idrotermali vengono sovente distinti in ipo-, meso- ed epitermali, in base alla profondità: mentre i sistemi ipo- e mesotermali sono profondi e confinati, quelli epitermali sono in collegamento con la superficie, come gli attuali campi geotermici (P. Rossetti, comunicazione personale).

Nelle Alpi Occidentali, nell’ambito delle manifestazioni idrotermali, generalmente si ipotizza una temperatura compresa fra 200°C e 400°C per la fase principale di formazione delle fessure a quarzo, con arresto della cristallizzazione a circa 180°C; per le fessure a zeolite, la cristallizzazione può invece proseguire fino a temperature inferiori ai 100°C (Armbruster *et al.*, 1996; Piccoli e Lombardo, 2004).

In particolare, nel Massiccio Cristallino Interno dell’Aar, assieme alla prima generazione di quarzo che avviene a temperature di 450°C, cristallizzano epidoto e biotite, seguiti da una

seconda generazione di quarzo a 370°C – 380°C con albite, apatite, ilmenite, clorite, monazite, xenotimo, anatasio e titanite.

Una terza generazione di quarzo si deposita a 330°C, fase in cui avviene un rilevante cambiamento nella composizione del fluido a causa dell'ingresso della CO₂ nel sistema che causa la dissoluzione di epidoto e biotite e la cristallizzazione di siderite, rutilo e fengite (Mullis, 1993; Piccoli e Lombardo, 2004).

Nel Massiccio Cristallino dell'Argentera, durante il metamorfismo alpino non si sono registrate temperature alte come quelle evidenziate per il Massiccio dell'Aar ed è stata raggiunta la temperatura massima di 350°C con una pressione di 3.5 – 4.0 kbar, valori termobarici cui corrisponde una profondità di circa 14 km (Corsini *et al.*, 2002; Piccoli e Lombardo, 2004) .

Dal punto di vista delle paragenesi riscontrate particolare interesse desta la presenza di numerosi ossidi di manganese.

Occorre considerare a questo proposito che il manganese, pur se non presente in natura allo stato nativo, risulta molto diffuso nelle rocce, rappresentando circa lo 0,085% in peso della crosta terrestre.

I minerali ossidati del ferro (ematite, magnetite, limonite e siderite) contengono spesso una percentuale di manganese non trascurabile, percentuale che può superare il 30%, e questa può dunque essere l'origine della concentrazione di ossidi di manganese osservata nella zona di ossidazione della miniera.

Per ciò che attiene l'esatto periodo di deposizione delle manifestazioni a solfuri della Valle Gesso presenti entro le rocce del basamento cristallino autoctono dell'Argentera, occorre evidenziare che esso non è noto con certezza.

Alle manifestazioni metalliche dell'alta Valle Stura di Demonte, quali la citata Miniera di Ruà collocata a monte di Bagni di Vinadio, è stata attribuita un'età ercinica, mentre per le formazioni idrotermali presenti in destra orografica nella media e bassa Valle Stura è stata ipotizzata una deposizione collegata a fenomeni tettonici estensionali di età alpina (Martina, 1967; Piccoli, 2002).

Con specifico riferimento alla Miniera del Lausetto, studi recenti indicherebbero una deposizione post-ercinica, in considerazione del fatto che le vene di barite in essa presenti tagliano, e quindi post-datano, rocce incassanti di età triassica (P. Rossetti, comunicazione

personale). Informazioni più certe su tali aspetti tuttavia potranno derivare solo da studi geologico-strutturali e geochimici approfonditi.

CONCLUSIONI

La Miniera del Lausetto, a conferma delle premesse che hanno stimolato il presente lavoro, si è dimostrata essere un sito di grande interesse scientifico.

Il ritrovamento di cesàrolite risulta il secondo in Italia, dopo quello segnalato nel sistema carsico di Santa Barbara in Iglesias (Sardegna) (Forti *et al.*, 2005). Complessivamente sono state individuate 28 specie, di queste mai citate per il sito in esame: cesàrolite, calcofanite, coronadite, criptomelano, hausmannite, manganosite, magnetite, romanèchite, lepidocrocite, bastnäsitate-(Ce), calcite, malachite, siderite, anglesite, gesso, berthierina e dickite.

Pur a fronte dell'elevato numero di specie individuate, come già ricordato in precedenza, in dieci casi non si è potuto pervenire a una determinazione certa dei campioni sottoposti ad analisi.

Tale dato, unitamente al fatto che dall'esame visivo compiuto allo stereomicroscopio su una grande quantità di materiale emerge ancor oggi la presenza di numerosi minerali di dubbia identificazione, suggeriscono la necessità di compiere ulteriori approfondimenti analitici per pervenire ad una più completa conoscenza delle paragenesi riscontrabili.

La probabile presenza di pseudomorfosi, di minerali formati in fasi successive, unitamente al fatto che molti di essi si presentano con abito, forma e colore variabile, rende la loro identificazione allo stesso tempo complessa e stimolante.

Ulteriore motivo di interesse per questa località riguarda l'origine, l'epoca e le modalità di messa in posto delle soluzioni che hanno dato origine alle mineralizzazioni riscontrate, questioni ad oggi non ancora sufficientemente indagate.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare la Prof.ssa Piera Benna ed il Dott. Marco Ciriotti per avermi assistito ed indirizzato durante la stesura del presente lavoro; la mia riconoscenza va inoltre alla Prof.ssa Anna d'Atri ed al Prof. Piergiorgio Rossetti per i preziosi suggerimenti e consigli.

Ringrazio inoltre tutto il gruppo di ricerca dell'AMI (Associazione Micromineralogica Italiana) per l'attività di identificazione dei minerali svolta in laboratorio e tutti gli amici dell'Associazione Dilettantistica Culturale Mineralogica Buzzi UNICHEM, in particolare l'amico Simone Ferrero, per avermi accompagnato durante i numerosi sopralluoghi presso la miniera.

Un ringraziamento particolare va al Dott. Giuliano Viola e al Dott. Giuliano Summino per le fotografie eseguite ed alla Dirigenza del Parco Naturale Alpi Marittime, per i permessi di ricerca accordati.

Un affettuoso ringraziamento a mia moglie Monica per la rilettura critica del presente lavoro e a mia figlia Cinzia, per avermi entrambe sempre sostenuto e appoggiato durante tutto il periodo di studi.

Un ultimo ringraziamento alla mia cara mamma e al mio caro papà che mi hanno insegnato il valore della perseveranza nella ricerca di nuove conoscenze.

BIBLIOGRAFIA

- Armbruster T., Koehler T., Meisel T., Nagler F., Gotzinger M.A.G., Stalder H.A. (1996) - The zeolite, fluorite quartz assemblage of the fissure at Gibelsbach, Fiesch (Valais, Switzerland): crystal chemistry, REE patterns, and genetic speculation. *Schweiz. Mineral Petrogr. Mitt.*, **76**, 131-146.

- Barale L., Bertok C., d'Atri A., Martire L., Piana F., Domini G. (2005) - Geology of Entracque - Colle di tenda area (Maritime Alps, N Italy). *Journal of Maps*.
<http://www.tandfonline.com/loi/tjom20>

- Barelli V. (1835) - *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S.M. il Re di Sardegna ovvero Catalogo ragionato della raccolta formatasi presso l'Azienda Generale dell'Interno*. Tip. Fodratti, Torino, 686 pp.

- Carraro F., Dal Piaz G.V., Franceschetti B., Malaroda R., Sturani C., Zanella E. (1970) - Note illustrative alla Carta Geologica del Massiccio dell'Argentera alla scala 1:50.000. *Mem. Soc. Geol. It.*, 652-653.

- Carta Geologica d'Italia 1:25.000 foglio n. 90 - Demonte.

- Cevalles G. (1961) - Il giacimento piombo-zincifero di Ruà presso Terme di Vinadio, Valle Stura di Demonte. *L'Industria Mineraria*, **12**, 677 - 684.

- Chaumeton H., Asselborn È., Chiappero P.J., Galvier J. (1990) - *I minerali*. Edizioni paoline, Milano. 382 pp.

- Corsini M., Caby R., Ruffet G. (2002) - Structural pattern, P-T conditions and timing of Alpine deformation in the Argentera Massif (Western Alps). *European Geophysical Symposium*, Nizza.

- Crema G., Dal Piaz G.V., Merlo C., Zanella E. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 78 -79- 80: Argentera, Dronero, Demonte*. Nuova Tecnica Grafica.

- Klein C. (2004) - *Mineralogia*. Zanichelli, 606 pp.

- Korbel P. e Novak M. (2004) - *Enciclopedia dei minerali*. Rusconi libri S.r.l. (Rn). 124.

- Forti, P., Pagliara, A., Galli, E., Rossi, A., De Waele, J., Naseddu, A., Papinuto, S. (2005) - Studio morfologico e mineralogico di dettaglio del concrezionamento del sistema carsico di Santa Barbara (Miniera di San Giovanni, Iglesias). *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, **17**, 57-68.

- Lombardo B. (2002) – Inquadramento geologico. In “*Minerali delle Alpi Marittime e Cozie*”, Piccoli G.C. (ed) Associazione Amici del Museo “F. Eusebio” Alba, (Cuneo). 366 pp.

- Malaroda R. (1970) – Carta geologica del Massiccio dell’Argentera alla scala 1:50.000. *Mem. Soc. Geol. It*, vol. IX, fasc. 4.

- Mari D. e Mari G. (1982) – Mines et minéraux des Alpes Maritimes. Serre, Nice, 304 pp.

- Martina E. (1967) - Le mineralizzazioni del Massiccio dell’Argentera. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86**, 77-807.

- Mullins J. (1993) – Die Entsehung alpiner Kluften und Kluftmineralien. *Extra Lapis*, **5**, 17-32.

- Nicolis Di Robilant S.B. (1786) - Essai géographique, suivi d’une topographie souterraine, minéralogique, et d’une docimaise, des Etats de S.M. en Terre Ferme. *Mémoires de l’Académie Royale des Sciences, Années 1784-85*. (6) Torino.

- Piccoli G.C. (2002) - *Minerali delle Alpi Marittime e Cozie*. Piccoli G.C. (ed) Associazione Amici del Museo “F. Eusebio” Alba, Alba (Cuneo). 366 pp.

- Piccoli G.C. e Lombardo B. (2004) - Il Massiccio cristallino dell’Argentera. *Rivista Mineralogica Italiana*, 1/2004, 10-11.

- Piccoli G.C., Maletto G., Bosio P., Lombardo B. (2007) - *Minerali del Piemonte e della Valle d’Aosta*. Piccoli G.C. (ed) Associazione Amici del Museo “F. Eusebio” Alba, Alba (Cuneo). 607 pp.

- Rachino G. e Rachino P. (1999) - *Miniere e minerali della provincia di Cuneo*. Tip. Gribaudo. 249 pp.

SITOGRAFIA

- The official IMA – CNMNC List of mineral names

http://ima-cnmnc.nrm.se/IMA_Master_List_2015-07.pdf

- Mineral information and data

<http://www.mindat.org/>