

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCVII.

1900

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME IX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1900

Mineralogia. — *Minerali e pseudomorfofi della miniera di Malfidano (Sardegna)* (1). Nota del dott. FEDERICO MILLOSEVICH, presentata dal Socio STRÜVER.

In una recente gita da me fatta a Buggerru (Sardegna) ho avuto opportunità, grazie alla squisita cortesia dell'ing. Antonio Ferrari direttore delle miniere della *Société Anonyme des Mines de Malfidano* e degli impiegati tutti di detta società, di raccogliere una discreta collezione di minerali interessanti delle miniere di Malfidano. Oltre ai bellissimoi cristalli di *zolfo* da me già descritti in una precedente Nota (2), sono soprattutto del maggiore interesse, specialmente per quel che riguarda la genesi dei minerali di zinco e di piombo, alcune pseudomorfofi la cui descrizione forma precipuamente l'oggetto del presente lavoro.

Prima di parlarne premetto alcuni brevi cenni per completare le notizie da me date intorno ai minerali cristallizzati della miniera di Malfidano.

Cerussite. — Dopo la monografia di Artini (3) sulla cerussite di Sardegna ed i lavori di Riva (4) sopra i cristalli dello stesso minerale delle miniere di Nebida e di Rosas non credo di dover entrare in soverchie descrizioni dei cristalli di Malfidano, tanto più che, per quanto mi fu dato osservare, essi non sono molto ricchi di forme: mi limiterò quindi a descriverne brevissimamente i tipi e le combinazioni principali.

Le forme da me osservate nella cerussite di Malfidano sono le seguenti:

$$\begin{array}{llll}
 b \} 010 \{ \infty \check{P} \infty. & c \} 001 \{ OP. & & \\
 m \} 110 \{ \infty P. & r \} 130 \{ \infty \check{P} 3. & & \\
 y \} 102 \{ \frac{1}{2} \bar{P} \infty. & & & \\
 h \} 011 \{ \check{P} \infty. & x \} 012 \{ \frac{1}{2} \check{P} \infty & i \} 021 \{ 2 \check{P} \infty & z \} 041 \{ 4 \check{P} \infty \\
 p \} 111 \{ P. & & &
 \end{array}$$

che si riuniscono in varie combinazioni con tipi cristallini diversi:

(1) Lavoro eseguito nel Gabinetto di mineralogia della R. Università di Roma.

(2) F. Millosevich, *Zolfo ed altri minerali della miniera di Malfidano presso Buggerru (Sardegna)*. Rend. R. Acc. Linc., 1898, vol. VII, 2° sem., serie 5ª, fasc. 9.

(3) E. Artini, *Studio cristallografico della cerussite di Sardegna*. Atti R. Acc. Linc., Mem. sc. fis. mat e nat. 1888, serie 4ª, vol. V, pag. 605.

(4) C. Riva, *Sopra alcuni minerali di Nebida*. Atti R. Acc. Linc., Rend. class. sc. fis. mat. nat. 1897. Id., *Sopra la formazione diabasica e sopra alcuni minerali di Rosas nel Sulcis (Sardegna)*. Rend. R. Istituto Lomb. di Scienze e Lettere, ser. II, vol. XXXII, Milano 1899.

1° cristalli tabulari appiattiti secondo la faccia (010) sempre predominante con le seguenti combinazioni:

$$\begin{array}{l} \{010\} \{001\} \{110\} \{111\} \\ \{010\} \{110\} \{021\} \{111\} \\ \{010\} \{001\} \{110\} \{130\} \{102\} \{111\} \end{array}$$

con le facce di $\{130\}$ e di $\{102\}$ piccolissime.

Sono tutti gemini e trigemini secondo (110) paragonabili per il loro aspetto, tranne qualche forma in più o in meno, ai tipi comuni a molte località raffigurati ai num. 22, 24, 27 della tavola XLII dell'atlante dello Schrauf.

2° tipo con assoluto predominio delle facce prismatiche con la combinazione $\{010\} \{001\} \{110\} \{021\} \{111\}$: grandi cristalli trigemini a penetrazione secondo la più comune legge e allungati secondo l'asse $[\varepsilon]$.

3° tipo quarziforme con la combinazione $\{010\} \{110\} \{021\} \{111\}$ forme tutte ben sviluppate e con piccolissime faccettine di $\{012\}$: cristalli allungati secondo l'asse $[\varepsilon]$ e geminati secondo la solita legge; grande è l'analogia di questi gemelli con cristalli di quarzo. Uno dei due individui è più sviluppato dell'altro cosicchè, coll'aggiunta delle piccole faccettine di $\{012\}$, sono perfettamente simili al tipo raffigurato al n. 3 tav. II della citata Memoria dell'Artini. Anche qui si distinguono per la striatura delle facce $\{021\}$.

4° geminati secondo $\{130\}$ a giustaposizione della combinazione $\{001\} \{010\} \{110\} \{130\} \{011\} \{021\} \{041\} \{111\}$. Si presentano piuttosto appiattiti secondo la base con grande predominio della zona dei brachidomi e specialmente di $\{021\}$. Tenuto conto dell'assenza della piramide $\{221\}$ e del maggior sviluppo di $\{021\}$ a detrimento del pinacoide $\{010\}$ si possono assimilare al geminato di Leadhills disegnato dallo Schrauf al n. 31 della tavola XLII del suo atlante.

Data la poca ricchezza di facce, stimo inutile riportare qui gli angoli misurati unicamente per la determinazione delle forme e che del resto concordano con quelli calcolati da Artini in base alle sue costanti per la cerussite sarda.

I cristalli di cerussite più splendidi e di maggiori dimensioni (fino alla lunghezza di 15 mm. per l'asse verticale) sono accompagnati da *Idrozincite* in candidi globuli e si trovano sopra il calcare con smithsonite e mosche o venette di blenda e di galena. Altri cristalli più piccoli e meno lucenti si trovano in geodi dentro la galena granulare con poca blenda. Queste geodi mostrano incrostazioni di *Smithsonite* generalmente in masse compatte granulari o in incrostazioni non distintamente cristalline; solo in qualche caso la smithsonite si presenta in aggregati formati di tanti piccoli distinti romboedri di sfaldatura. È soprattutto degna di nota per i campioni di Malfidano la costante paragenesi dei carbonati di piombo e di zinco.

Anglesite. — Nel mio precedente lavoro sui minerali di Malfidano ho descritto dei cristalli di anglesite della combinazione $\{100\} \{001\} \{110\} \{120\} \{102\} \{011\} \{111\} \{122\}$ di abito prismatico tabulare secondo $\{001\}$. Avendo nel nuovo materiale riscontrato altre forme e altri tipi li accenno qui in poche parole.

Forme osservate:

$a \{100\} \infty \bar{P} \infty.$	$b \{010\} \infty \check{P} \infty.$	$c \{001\} \{OP\}.$
$m \{110\} \infty P.$	$n \{120\} \infty \check{P} 2.$	
$d \{102\} \frac{1}{2} \bar{P} \infty.$	$l \{104\} \frac{1}{4} \bar{P} \infty.$	
$o \{011\} \check{P} \infty.$		
$s \{111\} P.$	$r \{221\} 2 P.$	$f \{114\} \frac{1}{4} P.$
$p \{324\} \frac{3}{4} \bar{P} \frac{3}{2}$	$y \{122\} \check{P} 2$	$u \{124\} \frac{2}{3} \check{P} 2$

delle quali si hanno le seguenti combinazioni corrispondenti ai tipi diversi:

1° Cristalli di abito piramidale, piccoli e semplicissimi predominando esclusivamente la piramide $\{122\}$ modificata da piccolissime faccettine del prisma $\{120\}$ e del brachidoma $\{011\}$.

2° Cristalli di abito tabulare della combinazione $\{001\} \{110\} \{104\} \{114\} \{122\} \{124\}$; predomina la base con facce lucenti e perfette; bastantemente sviluppate le facce dei prismi e della piramide $\{114\}$, ridottissime quelle di $\{124\}$, addirittura microscopiche quelle di $\{122\}$. Combinazione un po' rara, specialmente per l'anglesite sarda.

3° Cristalli di abito prismatico allungati secondo l'asse $[y]$ della combinazione $\{001\} \{110\} \{102\} \{104\} \{011\} \{122\}$ con predominio assoluto dei macrodomi e specialmente del più ottuso $\{104\}$. Un abito cristallino simile fu descritto da Von Lang per Anglesea e riportato nella fig. 31 tav. XII dell'atlante dello Schrauf; come anche cristalli di un abito simile, ma con più facce, furono descritti da Riva ⁽¹⁾ e provengono dalla miniera di Nebida.

4° Cristalli di abito prismatico allungato secondo l'asse $[z]$ perfettissimi e veramente splendidi, ma di piccole dimensioni (non più di 5 mm. secondo l'asse $[z]$); presentano la combinazione: $\{100\} \{010\} \{001\} \{110\} \{120\} \{102\} \{104\} \{011\} \{111\} \{221\} \{122\} \{324\}$. Predominano i prismi e specialmente $\{110\}$ e delle facce terminali in alcuni è molto sviluppata la base, in altri assai ridotta con conseguente maggior sviluppo delle altre forme. Questa combinazione si può rassimigliare a quella di Anglesea descritta dal Von Lang e riportata dal Dana ⁽²⁾.

I cristalli di anglesite delle miniere di Malfidano sono generalmente incolori trasparenti o lievemente grigiastri. I più perfetti con splendore ada-

⁽¹⁾ Loc. cit., p. 10.

⁽²⁾ Dana, Sixth Edit., 1892, pag. 909, fig. 10.

mantino vivo si trovano in geodi dentro la galena granulare, come quelli di Monteponi, con i quali peraltro non possono neanche lontanamente gareggiare, soprattutto per le loro relativamente esigue dimensioni. I cristalli più grandi, specialmente quelli descritti al numero 2° e 3°, sono meno perfetti e si trovano in geodi dentro un calcare ricco di solfuri e di carbonati di piombo e di zinco nonchè di limonite ocracea e completamente metamorfosato.

Stimo inutile dare un elenco degli angoli misurati per il riconoscimento delle forme, trattandosi di un minerale così noto come l'anglesite.

Gesso. — È interessante la presenza di gesso in relazione con smithsonite, perchè spiega la formazione di questo minerale per azione delle acque cariche di solfato di zinco sul calcare. Per i giacimenti calaminari di Sardegna è nuovo il fatto della presenza di gesso in distinti cristalli come si trovano a Malfidano. Ne fa cenno per la prima volta il Bertolio (1) per comunicazione avutane dal dott. A. Lotti un tempo chimico della Società di Malfidano. Dallo stesso Lotti fin dal 1898 ebbi in dono dei campioni con limpidi cristalli di gesso di varie dimensioni (dai 2 mm. ai 15 mm. di maggior lunghezza) sopra la smithsonite giallastra e della solita combinazione $\{010\}$ $\{110\}$ $\{111\}$ con l'aggiunta in qualche caso di $\{001\}$. Altri cristalli di maggiori dimensioni sono in un gruppetto insieme con smithsonite granulare bianco giallastra sopra la galena blendosa.

PSEUDOMORFOSI. — Mi accingo a descrivere le pseudomorfofi che mi fu dato di osservare nei campioni di Malfidano, riserbandomi per la fine alcune brevissime considerazioni generali, che dallo studio di esse possono scaturire per quel che riguarda la genesi di questi minerali.

Cerussite pseudomorfa di anglesite. — Cristalli di anglesite della combinazione $\{001\}$ $\{104\}$ $\{102\}$ $\{110\}$ $\{011\}$ $\{122\}$ allungati secondo l'asse $[y]$ si mostrano completamente trasformati, almeno nella loro parte superficiale, in un aggregato cristallino biancastro che con saggi chimici ho determinato per cerussite. Il nucleo centrale è invece rimasto solfato di piombo inalterato. È evidente che la pseudomorfofi è accaduta per cristallizzazione di carbonato di piombo sopra cristalli di solfato preesistenti; infatti nello stesso campione vi sono altre drusette dove i cristalli di anglesite sono rimasti inalterati e sui quali appunto ho potuto determinare la forma di quelli pseudomorfizzati e questi stessi inoltre mostrano tutti i gradi di passaggio nella trasformazione, da una lieve e non completa deposizione superficiale di cerussite ad una pseudomorfofi più inoltrata, ma mai del resto interessante il nucleo centrale del cristallo primitivo. La roccia in cui si trovano questi cristalli è un calcare completamente metamorfosato e, per così dire, impregnato di solfuri e specialmente di carbonati di piombo e di zinco, che si sono

(1) Bollettino dell'Associazione Mineraria Sarda, 1896, Iglesias, vol. I, fasc. 7°, pag. 6 e 7.

quasi completamente sostituiti al carbonato di calcio; è inoltre molto ricco di limonite ocracea.

Pseudomorfofi di cerussite sopra anglesite non furono, a quel che io sappia, fin qui descritte per la Sardegna. Sono però abbastanza note nella letteratura mineralogica, anzi il Groth ⁽¹⁾ ricordando simili pseudomorfofi di Bleiberg bei Commern dal Von Dechen ⁽²⁾ anteriormente descritte come cerussite pseudomorfa di baritina, osserva che molte pseudomorfofi date come di cerussite su baritina sono a suo avviso di cerussite sopra anglesite, ciò che pare più naturale, data la maggior affinità chimica di questi due minerali. La più interessante è quella descritta da Jereméjew ⁽³⁾ del distretto di Nércinsk sì per la ricchezza in facce dei cristalli di anglesite, sì per la struttura nettamente cristallina della cerussite che li ricopre.

Cerussite pseudomorfa di fosgenite. — Fra i minerali donatimi dal dott. Lotti, quando egli era chimico a Buggerru, vi è un piccolo campioncino che mostra questa pseudomorfofi la quale, data la grande facilità di alterazione della fosgenite, è comunemente conosciuta non solo per i noti cristalli della Slesia, ma anche per altri non meno belli di Monteponi. È degno di osservazione il fatto che la fosgenite non era fino ad ora stata descritta fra i minerali cristallizzati delle miniere di Malfidano. Il campione da me studiato presenta un piccolo gruppetto di cristalli piuttosto appiattiti secondo la base che presentano la combinazione $\{001\}$ $\{100\}$ $\{110\}$ $\{111\}$ con predominio delle facce di $\{001\}$ e di $\{110\}$. Nella parte superficiale sono trasformati completamente in cerussite biancastra, mentre il nucleo centrale è ancora inalterato.

Smithsonite pseudomorfa di calcite. — Essa è conosciuta già per molti giacimenti di minerali di zinco: così nella Slesia e in Westfalia (Iserlohn) ed è stata indicata anche per la miniera di Monteponi. Simili pseudomorfofi delle miniere di Malfidano sono già state citate da Jervis ⁽⁴⁾.

Il campione da me osservato mostra in una cavità di un masso formato di smithsonite globulare compatta con poca blenda dei grossi cristalli scalenoedrici $\{20\bar{1}\}$ primitivamente di calcite, ora completamente trasformati in smithsonite bianco grigiastria compatta in aggregato cristallino lucente.

Alcuni cristalli rotti all'estremità mostrano l'interno cavo e solo in parte riempito da concrezioni stallattitiche di smithsonite simile a quelle che

(1) P. Groth, Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Strassburg-London, 1878, pag. 134.

(2) Von Dechen, *Pseudomorphose von Weiss-Bleierz nach Barytspath.* Niederrhein. Gesell. f. Naturkunde zu Bonn 1857, April 1. *Auszug* N. Jah. Min. Geol. 1858, 319.

(3) P. W. Jereméjew, *Cerussit-Pseudomorphosen* Verh. russ. min. Ges. [2] 18, 1883, 108. *Auszug* Zeits. f. Kry. Min. VII, 637.

(4) G. Jervis, *I tesori sotterranei dell'Italia*, parte terza, pag. 95.

si trovano in altre cavità del grosso campione. Ciò dimostra che vi fu, come del resto si ammette generalmente per la smithsonite, sostituzione completa del carbonato di zinco al carbonato di calcio.

Un altro grosso campione che anche ebbi in dono a Buggerru proviene non dalle miniere di Malfidano, ma da quella di Bueddu, e presenta il medesimo caso di pseudomorfo. Si tratta anche qui di cristalli scalenoedrici di calcite completamente trasformati in smithsonite giallo-bruna finissimamente granulata quasi compatta: essi posano sopra smithsonite con molta limonite ocrea. Anche essi sono cavi nell'interno e solo in parte riempiti da concrezioni cristalline stallattitiformi di smithsonite. Si direbbe quasi per queste due pseudomorfo, che queste stallattiti sieno state formate da una ridissoluzione del deposito primitivo, il quale aveva già pseudomorfo i cristalli di calcite: casi simili furono del resto constatati in altri giacimenti come al Laurion, alla Vieille-Montagne ecc.

Smithsonite pseudomorfa di anglesite. — Sopra una matrice mista di blenda e di galena si osservano dei relativamente grandi cristalli di anglesite metamorfosati superficialmente in smithsonite rossastra. Con semplici saggi chimici ho potuto accertarmi della presenza di un nucleo centrale di solfato di piombo e di una parte superficiale di carbonato di zinco, quest'ultimo alquanto ricco in ferro. I cristalli di anglesite presentano la forma di un macrodoma assai sviluppato e molto ottuso, con ogni probabilità quello di simbolo $\{104\}$, con lateralmente le facce del prisma $\{110\}$. La smithsonite tappezza tutta la piccola drusa dove sono impiantati i cristalli di anglesite e forma una concrezione a piccoli globuli. Il nucleo di blenda e di galena è sopra un calcare con altra smithsonite.

Questa interessante pseudomorfo è nuova per la Sardegna e per quanto mi consta non fu neanche descritta per altre località; ed ha una grande importanza per il fatto che mostra una formazione di smithsonite posteriore alla cristallizzazione del solfato di piombo.

Senza alcun dubbio lo studio delle pseudomorfo reca non lieve contributo alla conoscenza della genesi e della evoluzione delle specie minerali: così nel nostro caso le pseudomorfo sopradescritte sono delle nuove prove di fatto per confermare l'ipotesi più razionale e più generalmente accettata sulla formazione dei giacimenti calaminari. Queste prove di fatto credo utile solamente di far constatare, senza aver la pretesa di entrare nel campo vasto e già ampiamente sfruttato della genesi dei giacimenti di zinco e di piombo. Le più recenti idee, frutto di lunga esperienza intorno a questo argomento, si trovano oltrechè nei modernissimi trattati del genere, più specialmente per quel che riguarda la Sardegna in una vasta bibliografia, alla quale hanno contribuito molti degli ingegneri, che per ragioni professionali hanno acqui-

stato una profonda conoscenza di quei giacimenti. Fra questi lavori mi limito a citare quello di E. Ferraris per i giacimenti di Monteponi (1).

È generalmente ammessa la formazione della calamina (nel senso minerario della parola) per sostituzione del carbonato di zinco al carbonato di calcio dei calcari. Le pseudomorfofi di smithsonite sopra calcite, i fossili trasformati in smithsonite (Iserlohn), la strettissima relazione fra giacimenti calaminari e rocce calcaree, ecc. dimostrano questa sostituzione. La presenza poi dei cristalli di gesso insieme colla smithsonite, accertata ora anche per le miniere di Malfidano, dimostra che, a compiere questa sostituzione, sieno state le acque cariche di solfato di zinco circolanti per il calcare. Qualche incertezza può invece rimanere riguardo all'epoca di questa sostituzione, se essa cioè sia contemporanea o posteriore alla formazione del solfuro. Ma se noi ammettiamo, cosa del tutto naturale dato il loro intimo legame per lo meno in Sardegna, comunità di origine per i minerali di piombo e di zinco e nello stesso tempo comunità di ulteriori trasformazioni, dobbiamo ammettere che la stessa azione ossidante, che ha trasformato e che vediamo ancora (2) trasformare parte del solfuro di zinco in solfato, abbia anche agito sopra il solfuro di piombo. Per questo minerale rimangono le tracce di questo stadio di ossidazione nei bellissimi cristalli di anglesite, talora altrove e sempre a Malfidano, accompagnati da cristalli o da piccole incrostazioni di zolfo: non è dubbio però che la formazione di anglesite, e di zolfo, fenomeno tutt'affatto locale e di poca entità, debba ritenersi posteriore alla formazione della galena da cui deriva. Del solfato di zinco invece moltissimo solubile non sono rimaste tracce ed esso è stato tutto impiegato nella trasformazione del calcare e quindi non si hanno documenti diretti dello stadio di ossidazione della blenda. Del resto anche è generalmente ammesso che minor parte del solfato di piombo abbia potuto agire anch'esso sul carbonato di calcio o su carbonati alcalini per produrre il carbonato di piombo, che troviamo in relazione con quello di zinco. Infatti abbiamo già avuto occasione di far osservare la costante paragenesi per i campioni di Malfidano di cerussite da un lato, e di smithsonite e di idrozincite dall'altro. Ma sì smithsonite, che cerussite, le quali si mostrano di contemporanea formazione, si trovano anche pseudomorfe e quindi più recenti di anglesite, la quale a sua volta è di formazione secondaria rispetto alla galena ed alla blenda: per questa ragione adunque mi sembra di poter affermare che alcune delle pseudomorfofi della miniera di Malfidano costituiscono nuove prove di fatto in favore della ipotesi, che ammette la formazione ulteriore e secondaria dei giacimenti calaminari rispetto a quelli di blenda e di galena.

(1) E. Ferraris, *Genesi dei giacimenti metalliferi di Monteponi*. Bollettino dell'Ass. Min. Sarda, 1898, vol. III, fasc. 3°.

(2) Il Bertolio (loc. cit.) ha constatato la presenza di solfato di zinco nelle acque di un ruscello che lava i residui di blenda di una discarica della miniera di Montevecchio.