

CIRO ANDREATTA

ORIGINE DEI GIACIMENTI
NEL PERMIANO SUPERIORE DEL TRENTINO
E INFLUENZA DEL MANGANESE SULLA
METALLIZZAZIONE A GALENA ARGENTIFERA

(Con 2 figure nel testo)



PADOVA

SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA

1949

Memorie dell' Istituto Geologico dell' Università di Padova - Vol. XVI.

RIASSUNTO

Sono studiati i giacimenti di galena argentifera localizzati nella parte superiore dei cosiddetti «strati a Bellerophon» del Permiano superiore del Trentino, particolarmente quelli della zona Faedo-Trento-Pergine e della Val Pescara. Ne è messa in rilievo la natura idrotermale ed il tipo di impregnazione e metasomatico. La metallizzazione è dovuta ad un convoglio idrotermale di bassa temperatura, che circolò e rimase a lungo entro le dolomie, specialmente contro le volte delle anticlinali, per merito del tetto impermeabile dato dagli «strati di Werfen». Le dolomie degli «strati a Bellerophon» sono notevolmente manganesifere e si ritiene probabile che la presenza del manganese abbia avuto influenza sopra la deposizione della galena argentifera, mediante una vera azione catalittica.

SUMMARY

It has been studied the deposits of argentiferous galena localized in the upper part of the so called «Bellerophon-beds» which belong to the superior Permian in Trentino, particularly those of the zone Faedo-Trento-Pergine and of Pescara valley. It has been pointed out their hydrothermal nature and the type of disseminated impregnation and of metasomatic replacement. The metallization has been due to an hydrothermal emanation of low temperature which had circulated and remained long within the dolomite especially against the vaults of the anticline by the way of the impermeable roof of the «Werfen-beds». The dolomite of the «Bellerophon-beds» are considerably manganesiferous and it could be probable that the presence of manganese have had some influence on the deposition of argentiferous galena, through a true catalytic action.

1. PREMESSA.

Contrariamente al grande impulso che hanno avuto le ricerche scientifiche di argomento minerario all'estero e soprattutto nei paesi più civili, in Italia questo studio fu inspiegabilmente trascurato in questi ultimi decenni. E' noto che per avere notizie sulla genesi della maggior parte dei nostri giacimenti minerari dobbiamo ricorrere a studi del secolo scorso, completamente superati anche se diligenti e precisi, oppure a libri esteri, come al noto ma incompleto trattato dello SCHNEIDERHOEHN. Questa mancanza di studi scientifici sulla genesi della maggior parte dei giacimenti italiani pone la nostra stessa industria mineraria in condizioni di inferiorità di fronte alle industrie estere analoghe. Infatti è noto che un piano esauriente e completo di coltivazione di un giacimento si può fare solo dopo uno studio accurato sopra la giacitura e l'estensione della mineralizzazione e che questo studio deve avere a sua volta come base la precisa conoscenza genetica del giacimento stesso.

In base a questi concetti, negli anni 1940-42 iniziai e condussi diversi studi sul terreno allo scopo principale di risolvere i problemi genetici relativi ai giacimenti del Trentino e dell'Alto Adige, anche per incarico avuto nel 1940 dal Comitato per la Geologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Nel 1942 avevo pure l'incarico di compilare un inventario scientifico - tecnico a carattere minerario ed

una carta geotecnica mineraria al 200.000 della stessa regione. Per questa carta fu preparata una apposita base topografica, sopra la quale disegnai la parte geologica - tecnica e la parte mineraria.

Tale attività era in relazione con un piano di ricerche minerarie che mi ero proposto già da tempo, il primo risultato del quale fu la pubblicazione dello studio sui giacimenti di magnetite della zona di Comasine in Val di Peio (bibl. 1).

Purtroppo, le note contingenze di guerra mi costrinsero a sospendere gli studi sul terreno, mentre veniva sospesa pure la stampa della carta geotecnica - mineraria e lo stanziamento dei fondi da parte del C.N.R. necessari per condurre a termine le ricerche. Dopo la guerra il programma rimase e rimane tuttora sospeso per mancanza di fondi.

Per queste ragioni mi sono deciso a rendere note le mie ricerche sopra i singoli giacimenti o gruppi di giacimenti che ebbi possibilità di studiare durante gli anni 1940 - 42, nell'attesa che tempi migliori mi permettano di portare a termine il programma completo e la pubblicazione della carta geotecnica - mineraria sopra accennata. Nel presente lavoro dò notizie delle mie ricerche sopra i noti giacimenti nel Permiano superiore del Trentino e dell'Alto Adige.

2. GLI « STRATI A BELLEROPHON ».

Alla base della potente formazione triasica, ondulata, piegata e dislocata variamente, che costituisce le note montagne dolomitiche del Trentino, dell'Alto Adige e del Cadore, si sviluppano, dove il complesso non è stato asportato dalla degradazione, due strati relativamente sottili di sedimenti permiani:

1. superiormente si trova una formazione del *Werfeniano inferiore*, costituita da strati di *arenarie micacee e argillose, talora marnose*, abbastanza uniformi, di colore grigio ceruleo o rossastro o con sfumature intermedie;

2. inferiormente seguono *dolomie giallastre, talora marnose ed arenacee*, con intercalazioni di marne, arenarie fogliacee, calcari; il tutto facente parte dei cosiddetti « *strati a Bellerophon* » del Permiano superiore.

Questi due strati ed il complesso triasico dolomitico soprastante poggiano sopra le arenarie quarzose grigie o rossastre dette « di Val Gardena » e tutta la serie poggia sopra la grossa e vasta placca di porfidi quarziferi atesini e dei loro tufi ed arenarie, oppure direttamente sopra i terreni scistoso-cristallini, in trasgressione.

La parte superiore degli « strati a *Bellerophon* », formata appunto da dolomie giallastre spesso oolitiche, è sede di mineralizzazione a galena notevolmente argentifera, accompagnata spesso da baritina e talora da piccole quantità di altri solfuri.

Le dolomie del Permiano superiore degli « strati a *Bellerophon* » affiorano soprattutto nel Trentino centrale ed orientale, nell'Alto Adige orientale e nel Cadore; esse formano all'affioramento di solito una sottile striscia che si snoda sui versanti montuosi ed è frequentemente interrotta dalle erosioni o da dislocazioni. Solo in qualche rara zona questi strati si espandono all'affioramento a costituire la superficie per limitate

placche (Altopiano di S. Colomba a NE di Trento, regione di Cavalese, conca Falcade-Forno di Cadore).

Tali affioramenti di solito sottili sono dovuti al limitato spessore, talora molto esiguo, degli « strati a *Bellerophon* ». Questo spessore raggiunge massimi di circa 200 m. nella parte nord-orientale, dove gli strati stanno sotto alle potenti serie calcareo-dolomitiche mesozoiche delle Dolomiti e dove affiorano formando una grande ellisse quasi intera con diverse rientranze e sporgenze, passando per Ortisei V. Gardena - alta Val di Funes - S. Vigilio di Marebbe - Braies - S. Candido - Passo Monte Croce - Comelico - S. Caterina - Lozzo e Pieve di Cadore - Agordo - Primiero - Passo Rolle - zona a N.W. di Forno di Canale (v. fig. 1).

Alla periferia occidentale di questa ellisse lo spessore degli « strati a *Bellerophon* » diminuisce gradatamente ed il loro affioramento descrive due irregolari curve pressochè chiuse: la più settentrionale passando per Campitello - Vigo di Fassa - Passo di Costalunga - versanti occidentali del Catinaccio - Tires - Bagni di Ratzes - versanti a oriente di Castelrotto - Ortisei; la più meridionale per Moena - Passo di Costalunga - Carezza - S. Floriano - Cavalese - Malgola - versanti orientali di Viezzana. A occidente di questa ellisse con relative protuberanze affiorano fascie irregolari e limitate per ripetute dislocazioni che interrompono le formazioni, oppure lembi isolati dall'erosione giacenti in parti alte di rilievi.

In tutta questa vasta zona, compresa fra la Val di Fiemme - Egna - Val d'Adige - Valle Isarco - Val Pusteria - Comelico - Pieve di Cadore - Agordo - Primiero - Val Traviagnolo, le mineralizzazioni a galena negli « strati a *Bellerophon* » sono molto scarse: sono note allo scrivente solo le antiche coltivazioni di Primiero, del Passo degli Occlini (Grimmjoch), di Ortisei in Val Gardena, di Tolpeit presso S. Vigilio di Marebbe e del Colle di S. Lucia.

Gli « strati a *Bellerophon* » affiorano poi sui ripidi versanti della destra della Val d'Adige con spessore ancora inferiore, con medie aggiranti sui 10 - 20 m., formando un sottile nastro da Termeno a Tesimo; una sola metallizzazione a galena è nota, precisamente a Castelvecchio (Altenburg).

La formazione si immerge sotto i sedimenti mesozoici che costituiscono l'Alta Anaunia e riaffiora solo sui versanti della Valle del Pescara in corrispondenza di un sollevamento di tutte le formazioni. Lo spessore degli « strati a *Bellerophon* » qui è ancora esiguo, aggirandosi sui 10-20 m. o poco più. Presso Lauregno, presso Marcena e presso Preghena vi sono notevoli metallizzazioni a galena che hanno dato luogo nel passato a coltivazioni abbastanza intense. Su queste mineralizzazioni ritornerò in particolare nelle pagine seguenti.

Una zona, che è da definire senz'altro la più importante, si estende sulla sinistra dell'Adige in una chiazza irregolare compresa, grosso modo, fra Faedo, Trento e Pergine. In questa zona gli « strati a *Bellerophon* » compaiono sempre con spessori esigui in numerosi irregolari affioramenti: un sottile nastro va da Faedo a Masen - Ville di Giovo fino quasi a Lavis; vaste placche si trovano sull'altopiano a N. del Monte Calisio fino a Fornace, in parte coperte dai soprastanti sedimenti del Werfen; isolati piccoli affioramenti infine si trovano presso Civezzano e presso Roncagno. Anche su questa zona Faedo - Trento - Pergine ritornerò in seguito particolarmente.

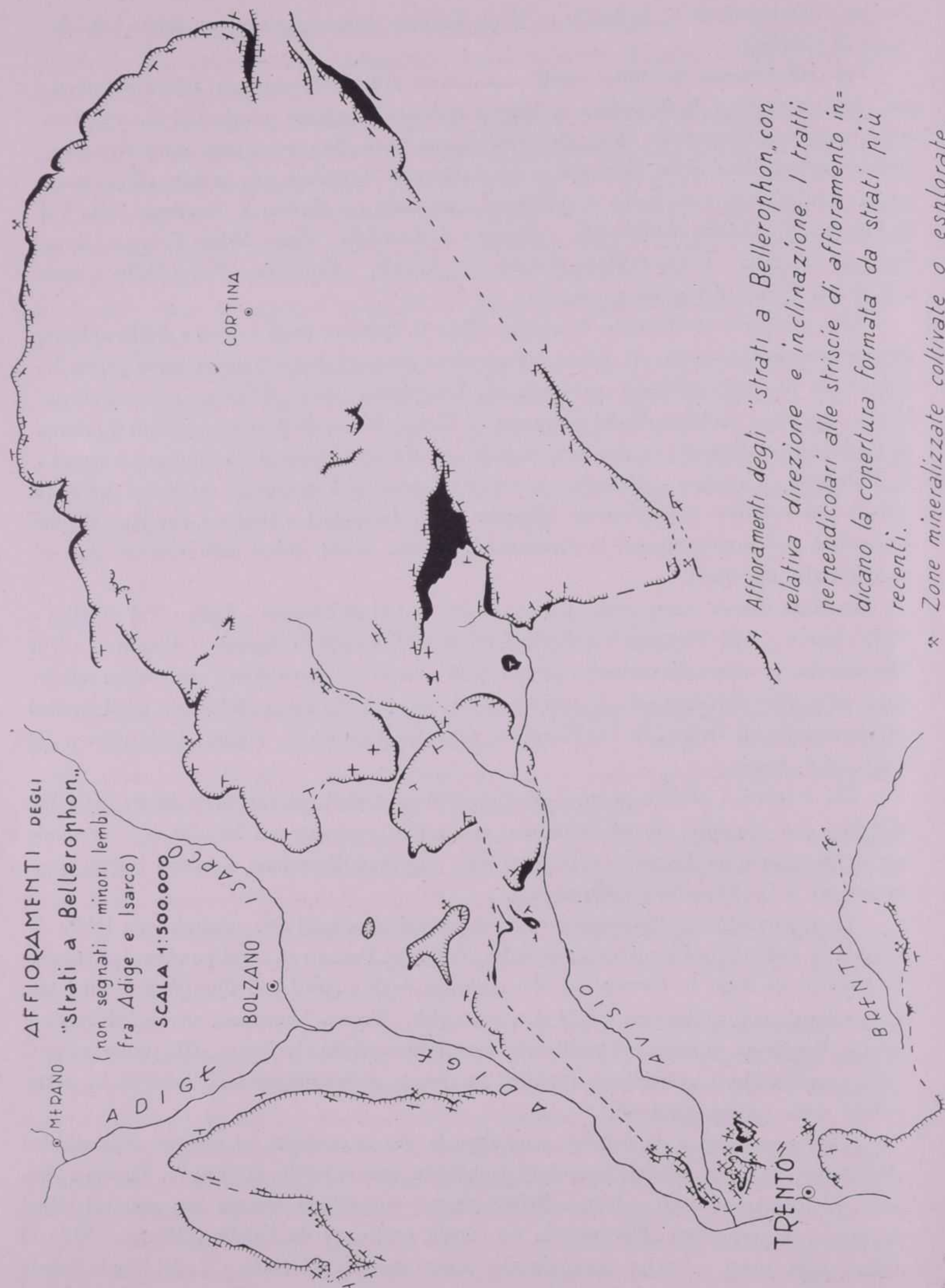


FIG. 1 - Distribuzione degli affioramenti degli « strati a Bellerophon » nel Trentino e Alto Adige orientali e nell'alto Cadore; sono omessi i piccoli lembi che poggiano sopra i porfidi nella zona fra la Valle dell'Adige e la Valle d'Isarco.

Più a S., a mezzogiorno del solco Val Fersina - Val Sugana, gli « strati a *Bellerophon* » si immergono sotto la potente serie mesozoica che costituisce la Marzola e l'altopiano di Lavarone e dei Sette Comuni. Essi affiorano con una sottile striscia che compare sui versanti N. e E. della Marzola, nelle zone di Centa, di Barco e della Val di Sella. Lo spessore è sempre molto limitato e le metallizzazioni scarse: sono note nella regione di Villazzano e nella Val di Sella.

Nel Trentino sud - occidentale, infine, gli « strati a *Bellerophon* » ricompaiono con lievi spessori solo lungo il solco delle Giudicarie, dove sono stati poco studiati, ma dove non portano alcuna notevole metallizzazione. Pare che la formazione vada scomparendo verso occidente.

Da questa rapida descrizione degli affioramenti degli « strati a *Bellerophon* » nel Trentino, nell'Alto Adige e nel Cadore risalta chiaramente che dal punto di vista della metallizzazione entro le dolomie del Permiano superiore interessano solo le due zone di Faedo - Trento - Pergine e della Val Pescara.

3. I GIACIMENTI DI FAEDO - TRENTO - PERGINE.

La prima zona comprende i giacimenti a N. e N.E. del Calisio, che diedero luogo alle famose e antiche miniere di Trento, oggetto di studio già dal secolo scorso: da ricordare sono i lavori di POSEPNY (bibl. 2) e di TRENER (bibl. 3), al quale ultimo rimando per la bibliografia vecchia, specialmente di indole storica. Diversi furono poi gli Autori che si occuparono dei giacimenti del Calisio nel secolo attuale: TRENER (bibl. 4 e 5), CANAVAL (bibl. 6), TORNQUIST (bibl. 7). TRENER ritenne che la galena dei giacimenti della zona Faedo - Trento - Pergine fosse di origine contemporanea alla sedimentazione della dolomia, definita sempre come *calcare a Bellerophon*, e precisamente dovuta ad esalazioni vulcaniche sottomarine del mare permiano. Il giacimento singenetico avrebbe subito un arricchimento secondario epigenetico, che spiegherebbe soprattutto l'alto tenore d'argento del minerale, per una specie di processo metasomatico non specificato.

Precedentemente POSEPNY (bibl. 8) aveva ammesso una origine epigenetica per mineralizzazione ascendente dalle fratture del letto, fratture che poi formarono a loro volta un sistema di filoni metallizzati. Analoga origine ammisero CANAVAL e TORNQUIST, quest'ultimo confrontando il giacimento del Calisio con i più noti di Bleiberg - Kreut e di Raibl e attribuendo alla metallizzazione un'età recente.

Come si vede, quasi tutti gli Autori si limitarono allo studio delle classiche miniere del Calisio; ciò è dovuto non solo alla loro vicinanza alla città di Trento, ma specialmente alla vasta ed intensa coltivazione che subirono nei tempi passati. Sembra accertato che tali giacimenti fossero conosciuti dai Romani; è certo, da accurate documentazioni, che per quasi quattro secoli fra il 1100 e il 1500 le miniere vennero coltivate con grande profitto, tanto da far diventare la conca di Trento una delle più notevoli dal punto di vista minerario. Si pensi che per regolare l'escavazione fu promulgato

dal Principe Vescovo VANGA nel 1181 il noto *Codex Vanghianus*, il primo codice minerario d'Europa, anteriore persino a quelli pur noti dell'Inghilterra e della Germania.

Migliaia di pozzi e chilometri di gallerie furono scavati in quattro - cinque secoli di intensa attività mineraria per esplorare e coltivare il livello superiore degli «strati a *Bellerophon*». Le gallerie venivano aperte di preferenza sui versanti montuosi, dove affiorava la mineralizzazione, e si internavano, in un fitto intreccio, sotto gli altipiani, colleganti molti pozzi, che venivano scavati invece dalla superficie degli altipiani.

Anche attualmente sugli altipiani a N. e N.E. del Calisio e di Masen (sopra Faedo) si possono osservare moltissimi avvallamenti del terreno, aventi la forma di imbuto, corrispondenti agli antichi pozzi, benchè le coltivazioni siano state abbandonate, per graduale lento esaurimento delle parti facilmente raggiungibili, verso il 1500. Così tutt'ora sono visibili imponenti tracce del materiale estratto e delle lavorazioni di tale materiale, soprattutto scorie, e ricca è la collezione di antichi strumenti di lavoro rinvenuti negli scavi. E ancora oggi esistono localmente l'uso di vocaboli tecnici tedeschi, dovuti alle numerose colonie di minatori immigrati dalla Germania, oltre a tradizioni e a leggende relative alle miniere.

La mineralizzazione è data quasi esclusivamente da *galena argentifera*; solo raramente, per non dire eccezionalmente, si può trovare della calcopirite in sparse granulazioni (per esempio subito a N. di Lavis). Alcuni vecchi Autori citano anche la presenza della tetraedrite (Fahlerz), ma non ho mai potuto osservarne traccia. Rarissime sono la blenda e la pirite.

Di notevole interesse sono due minerali di ganga che si trovano quasi sempre dove esiste metallizzazione a galena ed anche in altre zone: si tratta di baritina e di carbonati di tipo ancheritico. La prima è stata oggetto di coltivazione.

Il contenuto in argento della galena è veramente molto alto, tanto da giustificare la vastità degli antichi lavori. Da numerose analisi condotte da vari Autori su materiali provenienti da diverse località dei giacimenti a N. e N. E. del Calisio, analisi pubblicate dal TRENER in bibl. 5, si deduce che il contenuto in argento oscilla fra minimi di 2-3 kg. per tonn. di piombo e massimi di 14-15 kg. per tonn. di piombo. In tutte le analisi si ammette che l'argento sia contenuto nella galena, anche se in molti dei campioni analizzati il contenuto in galena era assai basso. Il TORNQUIST (bibl. 7) ritiene che siano argentifere tanto le dolomie quanto la baritina.

La mineralizzazione è del tipo di impregnazione e di metasomatosi: la galena forma fini granulazioni sparse nella dolomia, talora con sottili straterelli più ricchi concordanti con i piani di sedimentazione. Vene e filoncelli, corrispondenti a fratture della roccia riempite dalle soluzioni metallizzanti, sono abbastanza frequenti accanto alla diffusa impregnazione. Alcune di tali fratture furono riempite contemporaneamente alla metallizzazione per impregnazione; altre intersecano e interrompono la principale mineralizzazione e sono state riempite in un secondo tempo.

Durante le fasi di metallizzazione pare perciò che vi sia stato un movimento tettonico. Altri movimenti si ebbero dopo la fine della mineralizzazione; le stesse grandi fratture della zona di Civezzano - Gardolo - Trento tagliano il banco interessato alla mineralizzazione. Il TORNQUIST (bibl. 7) ritiene che il giacimento del Calisio sia perfettamente equivalente a quello di Raibl, al quale attribuisce età pliocenica. Però sul-

l'età della mineralizzazione del Calisio il TORNQUIST si esprime definendola semplicemente recente.

La metallizzazione a galena è costantemente limitata alla parte superiore delle dolomie oolitiche degli « *strati a Bellerophon* ». La parte interessata ha una potenza sempre molto esigua e può raggiungere al massimo lo spessore di qualche metro. I vuoti lasciati dagli antichi scavi farebbero supporre l'esistenza di ingrossamenti locali maggiori del banco mineralizzato (sono note caverne dell'altezza di una decina di metri). Tali ingrossamenti della parte mineralizzata non sono impossibili.

I corpi metallizzati, costituiti da roccia variamente impregnata di galena in granulazioni e venette di cristalli molto piccoli, hanno forma di solito tabulare, appiattita e in pianta forma molto irregolare, digitata, raramente lenticolare. Non mancano corpi a forma di ammassi irregolari, raramente quasi colonnari. La grandezza di questi corpi mineralizzati è variabile.

In questi corpi metallizzati il contenuto in galena argentifera non è mai notevole e le zone a galena quasi pura sono piccole e abbastanza rare.

4. I GIACIMENTI DELLA VAL PESCARA.

Questi giacimenti sono molto meno noti dei precedentemente trattati ed i lavori antichi che attualmente presentano sono di importanza molto minore. Anche nella letteratura ad essi è attribuita un'importanza relativa, tanto che nessuno studio particolare fu condotto su di essi. Cenni generici ed in parte errati si trovano nelle trattazioni generali sopra le miniere del Tirolo (bibl. 9 e 10) e del Trentino (bibl. 11). Alcune miniere sono segnate sul foglio « Cles » della Carta Geologica Austriaca.

Come dissi nelle pagine precedenti, gli « *strati a Bellerophon* » hanno anche qui una potenza limitata; essi affiorano con una sottile striscia su ambedue i versanti della Val Pescara a monte di Preghena, formando una V molto irregolare che corre ai bordi del complesso di porfidi quarziferi ed arenarie del M. Luco - M. Ori.

Scavi abbandonati si trovano sopra i masi Pertmer di Lauregno, sopra Marcena e poco a N.E. di Preghena: si tratta di gallerie di non grande estensione, in parte sicuramente scavate anticamente con le modalità di quelle degli altipiani a N. e N.E. del Calisio.

La parte superiore delle dolomie è anche qui impregnata a chiazze da galena argentifera. In prossimità della metallizzazione la roccia carbonatica ha colore grigio con molteplici macchie a fiamme di colore bruno - rossastro, passando talora a tipi ancheritici. Le granulazioni di galena si presentano con cristalli maggiori di quelli che impregnano la roccia nei giacimenti del Calisio e di Faedo.

In alcuni punti, per esempio sopra Pertmer di Lauregno, le cavità della roccia parzialmente cavernosa sono trasformate in piccole geodi tappezzate da cristalli cubici di galena.

Anche qui, come nella zona Faedo - Trento - Pergine, le chiazze di calcare metallizzato costituiscono dei corpi dalla forma molto irregolare, ma di solito appiattita nel

senso delle stratificazioni. Frequenti sono filoncelli e venette di galena quasi pura, sia concordanti con la stratificazione sia che intersecano questa. Di solito la quantità di galena che si trova in granuli entro la roccia carbonatica costituisce una percentuale molto bassa del complesso di tali corpi mineralizzati ($\pm 5\%$).

Non mancano anche negli « strati a *Bellerophon* » della Val Pescara lenti di baritina, analoghe a quelle della zona del Calisio.

Nei soprastanti sedimenti del Werfen la mineralizzazione non si presenta.

5. ORIGINE DELLA METALLIZZAZIONE.

Allo scopo di studiare l'origine della metallizzazione a galena nella parte superiore delle dolomie degli « strati a *Bellerophon* » ho condotto numerose ricerche sul terreno e lunghe esplorazioni nei sotterranei. Per la zona Faedo - Calisio studiai gli affioramenti del Rio Roppe, della Val Torchio (Rio di Carpine) e Val Calda, del Pralongo, del Lago Santo e seguii dettagliatamente la striscia delle tipiche dolomie giallastre o brunicce dalla Croce al Maso Ton a N.E. di Faedo e poi da Faedo verso S. e poi S.W. ai Forni, Croce delle Serre, pianoro di Masen - Ville di Giovo, Monte Rosa, Maso Paierle, Maso Furlì, Lavis. Nella zona della Val Pescara ho visitato tutti gli scavi noti e seguito per lunghi tratti la sottile striscia affiorante delle dolomie.

Tutti gli elementi rilevati sul terreno e gli studi microscopici sul materiale concordano nel definire l'origine idrotermale di bassa temperatura della metallizzazione. Si tratta di giacimenti epitermali - teletermali, formati in zone assai lontane (criptobatolitiche secondo EMMONS) da un ammasso magmatico.

L'apporto della galena avvenne da parte di soluzioni ascendenti che riempirono porosità, cavità maggiori e fratture della roccia e inoltre sostituirono in parte i cristalli di carbonati col minerale metallico. Per queste ragioni i giacimenti sono da definire in parte di *impregnazione* e in parte *metasomatici*.

Le stesse soluzioni determinarono l'apporto della baritina e forse anche di ioni ferro che, sostituendo parzialmente il calcio dei carbonati, contribuirono in parte a formare quei tipi ancheritici che dimostrano una certa ricristallizzazione.

Si noti, per quanto fu detto nelle pagine precedenti, che durante la fase di metallizzazione si manifestarono dei movimenti tettonici di scarsa entità, che determinarono fratture a loro volta riempite dalle soluzioni idrotermali.

Fra gli argomenti fondamentali che TRENER porta in favore della sua ipotesi sopra una origine singenetica dei giacimenti a galena e baritina, per esalazioni sottomarine nel mare in cui andava depositandosi il « calcare », vi sono anzitutto la concordanza e l'appiattimento dei corpi mineralizzati secondo i piani di stratificazione. Inoltre vi è il fatto che la mineralizzazione è costantemente ed uniformemente limitata ad un livello stratigrafico, precisamente nel pacchetto di pochi metri della parte più alta delle dolomie, immediatamente sottostanti ai sedimenti del Werfen.

Concordanza della metallizzazione a galena e della mineralizzazione a baritina e appiattimento dei corpi mineralizzati nei piani di sedimentazione sono spiegabili molto bene anche ammettendo l'origine idrotermale: furono proprio i giunti di stratificazione

che permisero la più facile circolazione delle soluzioni idrotermali. Ma tali soluzioni circolarono anche, come ho messo in rilievo, lungo altre superfici di discontinuità, come lungo fratture che intersecano variamente i piani di stratificazione.

La localizzazione ad un certo livello della mineralizzazione, e precisamente al livello più alto delle dolomie, a ridosso immediatamente degli « strati di Werfen », è da attribuire con tutta evidenza al fatto che le soluzioni idrotermali ascendenti hanno trovato un ostacolo alla loro penetrazione proprio negli « strati di Werfen » impermeabili.

Cosicchè le soluzioni calde che permearono le fratture e le porosità delle rocce carbonatiche degli « strati a *Bellerophon* », si trovarono quasi ovunque la via sbarrata dal soprastante tetto impermeabile degli strati arenaceo - argillosi e in parte marnosi del Werfeniano. Le soluzioni furono costrette ad espandersi lateralmente, determinando proprio chiazze interessate all'impregnazione aventi forma appiattita.

Le soluzioni furono anche costrette a permanere a lungo e a circolare entro le dolomie depositandovi la mineralizzazione. Qualche raro sfiatatoio trovarono le soluzioni nel tetto formato dagli « strati di Werfen », che sono raramente metallizzati (e in tutti i casi per zone limitatissime).

Questa particolare condizione tettonica degli « strati a *Bellerophon* », coperti da un tetto pressochè impermeabile, non fu tuttavia sufficiente perchè essi siano stati preferiti dalla mineralizzazione. E' cosa ormai comprovata e spiegata la facilità di mineralizzazione per metasomatosi delle rocce carbonatiche in genere, per cui queste si possono senz'altro definire le rocce elettive per tali metallizzazioni.

Al letto degli « strati a *Bellerophon* » giacciono le arenarie dette « di Val Gardena » e poi il porfido quarzifero.

Il convoglio metallizzante idrotermale deve avere attraversato le arenarie con facilità, dato che anche attualmente esse si dimostrano molto permeabili all'acqua.

Riguardo alle fratture entro i porfidi, canali adduttori di tale convoglio idrotermale, è da ritenere verosimile l'ipotesi espressa dal TORNQUIST per i giacimenti della zona a N. e a N. E. del Calisio (bibl. 7); essere cioè tali canali adduttori rappresentati dagli attuali filoni metalliferi di Nogarè. In questi infatti si trova galena fortemente argentifera, talora contenente piccoli cristalli di argentite. Certamente la termalità dei filoni di Nogarè è di temperatura notevolmente più alta dei giacimenti entro i « calcari a *Bellerophon* » (v. bibl. 7 e 12); ma ciò è perfettamente comprensibile, data la maggiore profondità del giacimento di Nogarè rispetto al livello degli « strati a *Bellerophon* ».

Anche per i giacimenti della Val Pescara si possono identificare analoghi canali adduttori del convoglio idrotermale entro i porfidi quarziferi che stanno sotto ai sedimenti del Permiano superiore: si tratta del giacimento filoniano a pirite e galena argentifera presso il Maso Laner, a N.E. di Lauregno. Pure a Tregiovo, entro i cosiddetti « scisti di Tregiovo » immediatamente al tetto dei porfidi, esistono filoni metalliferi.

Infine c'è un'ultima constatazione genetica da fare riguardo all'assetto tettonico degli « strati a *Bellerophon* ». Perchè le soluzioni termali abbiano potuto permanere a lungo entro i calcari è necessario che essi, oltre ad avere un tetto impermeabile con poche fratture, abbiano avuto un assetto ad anticlinale, in modo da formare una volta, contro la quale si fermarono le soluzioni.

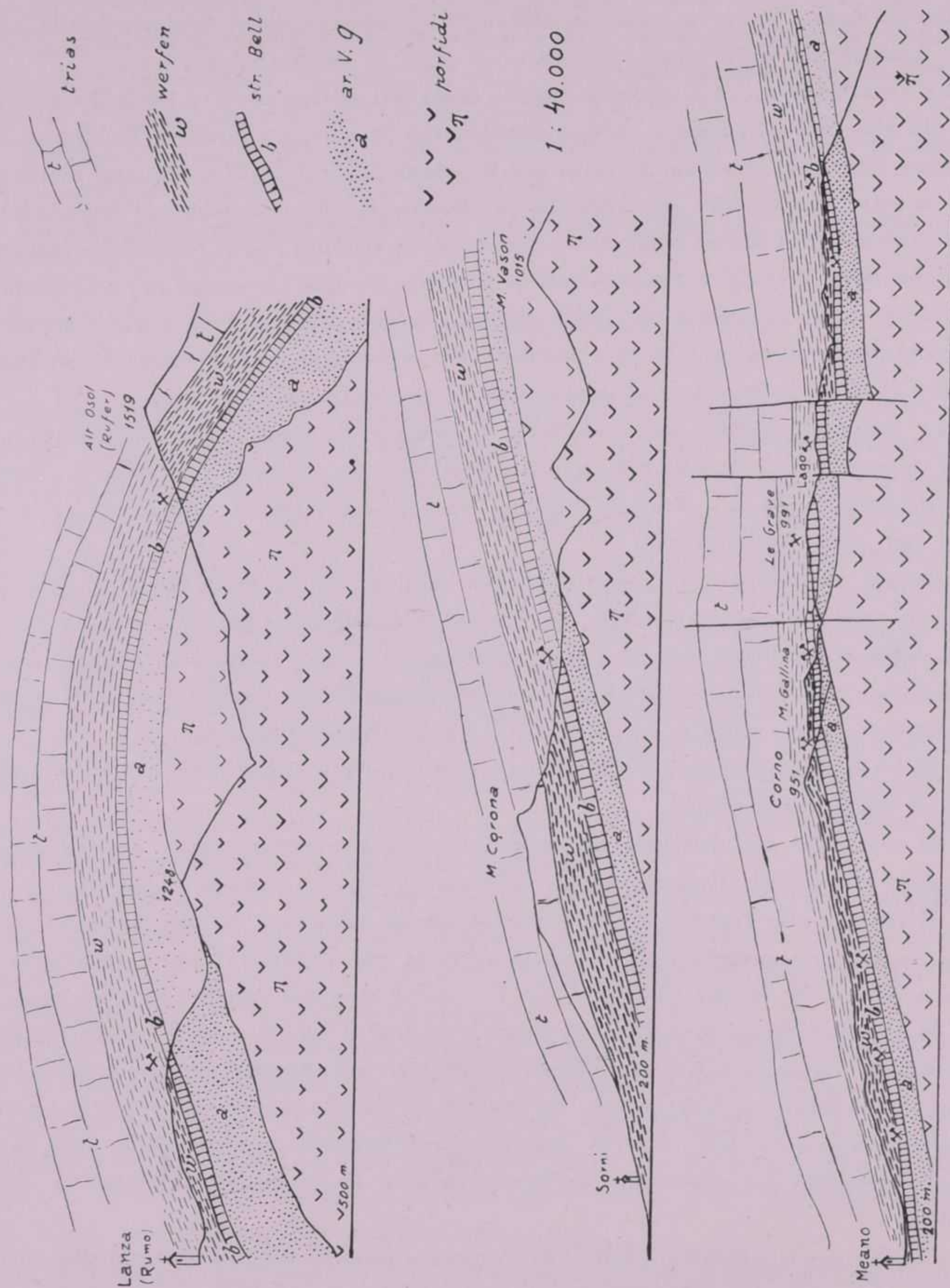


FIG. 2 - Sezioni e ricostruzioni delle condizioni stratigrafiche delle parti asportate, per dimostrare la giacitura ad ampie anticlinali delle serie soprastanti alla piattaforma porfirica. Tale giacitura permise la permanenza prolungata delle soluzioni termali nella parte superiore degli «strati a Bellerophon», contro la volta impermeabile data dai sedimenti arenaceo-argillosi werfeniani. π = piattaforma dei porfidi e dei loro tufi; a = arenarie quarzose del Permiano inferiore dette «di Val Gardena»; b = «strati a Bellerophon» del Permiano superiore; w = formazione werfeniana di arenarie e marne micacee; t = sedimenti triasici soprastanti. I segni di miniera stanno ad indicare le zone di affioramento degli «strati a Bellerophon» esplorate e coltivate anticamente.

Questo assetto tettonico presentano infatti le due zone mineralizzate di « calcari a *Bellerophon* ». Molto evidente è un'ampia anticlinale in Val Pescara, dove però rimangono solo parte dei fianchi, essendo stata erosa ed asportata tutta la zona della cerniera (v. fig. 2, prima sezione, Lanza - Alt Osol).

Anche l'andamento degli « strati a *Bellerophon* » della zona Faedo - Trento - Pergine fa pensare con evidenza ad un'ampia anticlinale a fianchi poco inclinati (v. fig. 2). Ma di essa rimane solo una parte molto limitata, cioè frammenti del solo fianco occidentale, degradanti dolcemente verso il fondo della Val d'Adige. La grande cupola che doveva costituire la zona di cerniera e tutta la parte orientale della piega sono state completamente asportate.

6. INFLUENZA DEL Mn SULLA METALLIZZAZIONE.

Una constatazione molto interessante è offerta dal costante e relativamente alto contenuto di MnO nelle dolomie degli « strati a *Bellerophon* ». Ciò si può constatare non solo nei tipi ancheritici, che possono essere stati più o meno impregnati dal convoglio idrotermale, ma in tutte le rocce carbonatiche del banco superiore degli « strati a *Bellerophon* », anche in quelle tipicamente oolitiche.

Riporto i dati da me ottenuti in due analisi complete e in diverse determinazioni isolate su campioni che rappresentano tipi medi molto diffusi.

	1	2
$CaCO_3$	55,37	57,90
$MgCO_3$	35,41	32,72
$MnCO_3$	3,53	3,66
$FeCO_3$	1,82	1,62
$BaCO_3$	0,07	0,07
Residuo insol. secco	1,02	0,91
H_2O totale	3,18	2,94
	<hr/> 100,40	<hr/> 99,82

1. Dolomia giallastra raccolta sopra il Maso Pertmer di Lauregno, priva di metallizzazione;

2. Dolomia giallastra variegata da chiazze rossastre scure, raccolta a N. di Marcena, lontano dalle mineralizzazioni a galena.

Per facilitare confronti e discussione riporto il contenuto in manganese di queste due rocce espresso in MnO , assieme alle altre determinazioni.

1. Dolomia di Lauregno	$MnO = 2,18 \%$
2. Dolomia di Marcena	» = 2,26 »
3. Dolomia oolitica di Forni presso Faedo	» = 0,55 »
4. Tipo ancheritico a N.E. di Ville di Giovo	» = 3,02 »

5. Dolomia oolitica a N. di Verla	MnO = 0,37 %
6. Dolomia oolitica a W. di Mosana	» = 0,15 »
7. Dolomia di Val Torchio (a N. E. di Gardolo) .	» = 0,61 »
8. Dolomia al ponte ferr. presso S. Agata (Trento)	» = 0,90 »

Tutti i campioni sottoposti a prove analitiche presentano un contenuto oscillante fra l' 1 % ed il 5 % di minerali argillosi misti a quarzo.

Una dolomia mineralizzata a galena dello stesso orizzonte, proveniente dai pressi di Roncogno (Pergine), analizzata dal *Generalprobieramt* di Vienna nel 1894 (analisi riportata da TRENER in bibl. 4, pag. 390) dimostra un contenuto di MnO = 0,93 %.

Da queste analisi si deduce che il contenuto di MnO nelle dolomie in parola varia dal 0,15 % fino al 3 %, con una media del 1,22 %. Persino nelle arenarie quarzose calcaree che si trovano talora intercalate nei livelli superiori degli « strati a *Bellerophon* » si trova il manganese. La parte carbonatica di una di tale arenarie raccolta in Val Calda, che contiene il 72 % di quarzo, ha dimostrato una percentuale di MnO = 0,54.

Purtroppo i dati reperibili nella letteratura petrografica, geochimica e geologica relativi al contenuto di Mn in calcari e dolomie non sono esaurienti per fare utili confronti. CLARKE (bibl. 13) calcola una media di 0,05 % MnO su 345 analisi di calcari; ma da altro gruppo più numeroso di rocce ottiene cifre inferiori. Del resto, tutti gli Autori sono d'accordo nell'attribuire una bassissima percentuale a questo elemento nei calcari e nelle dolomie, specialmente se si tratta di sedimenti di mare poco profondo, come sono gli « strati a *Bellerophon* » secondo il parere dei Geologi che si occuparono dell'argomento.

Credo che si possa definire senz'altro eccezionalmente alto il contenuto in Mn di questa formazione. Anche i tipi ancheritici presentano una percentuale veramente fuori dell'ordinario in MnO, tanto più se si tien conto del rapporto fra le percentuali di questo metallo e le percentuali di ferro.

Sembra che tale alto contenuto di Mn non si possa attribuire ad apporto da parte delle soluzioni idrotermali, perchè esso fu riscontrato anche in rocce carbonatiche che non dimostrarono di essere state trasformate metasomaticamente. In particolare le dolomie di Forni di Faedo, Verla, Mosana e Val di Torchio e l'arenaria di Val Calda, raccolte tutte in luoghi dove non vi era traccia di metallizzazione, presentano le caratteristiche di colore, aspetto e struttura tipiche di rocce carbonatiche prettamente sedimentarie, conservando tre di esse la struttura oolitica.

D'altra parte il contenuto in ferro, inferiore a quello del manganese, credo possa dimostrare la scarsa azione metasomatica. Può darsi che vi sia stato arricchimento secondario di Mn entro certi tipi che denominai ancheritici; ma tale arricchimento potrebbe essere dovuto a ioni Mn^{2+} strappati alla roccia stessa e concentrati in particolari limitate zone da parte del convoglio idrotermale. In altre parole dovrebbe trattarsi di un processo di mobilizzazione che ha messo in circolazione Mn già esistente entro la roccia.

Non si può però escludere che una parte del Mn sia stato apportato dalle soluzioni idrotermali.

Si noti infine che nel giacimento di Nogarè, i cui filoni dovrebbero rappresentare i canali adduttori del convoglio idrotermale, non vi sono minerali manganesiferi, minerali che esistono invece in un piccolo giacimento più a oriente, presso il paese di Faida.

Tenute presenti le osservazioni esposte nelle pagine precedenti e le considerazioni che da esse si possono trarre, ritengo che abbia un significato non indifferente l'associazione di galena fortemente argentifera con minerali manganesiferi. E ciò sia nel caso che il manganese sia stato interamente apportato dal convoglio idrotermale, sia, e ancora più, se il manganese esisteva già nei sedimenti dolomitici, come io ritengo molto probabile.

Tenuta presente la particolare giacitura della mineralizzazione per localizzazione e lunga permanenza del convoglio idrotermale contro la volta impermeabile di anticlinali, la paragenesi galena fortemente argentifera - carbonati di manganese non può essere spiegata che con una di queste due ipotesi:

1. La deposizione della galena ricca di argento è stata facilitata dalla presenza del Mn entro i sedimenti dolomitici, quasi il Mn avesse avuto azione catalittica sul processo.

2. Le soluzioni che apportarono la galena argentifera contenevano notevoli quantità di ioni Mn^{2+} ; (nel caso si volesse ammettere un apporto di manganese in una fase di metallizzazione distinta precedente alla venuta della galena, si ritornerebbe alla prima ipotesi).

Io ritengo come più probabile la prima ipotesi, ma non posso escludere in maniera categorica la seconda.

Non si possono fare considerazioni conclusive sopra l'influenza del Mn sopra la metallizzazione a galena argentifera, perchè non vi sono attualmente studi sopra la diffusione del Mn nei giacimenti metasomatici della grande provincia metallogenetica piombo - zincifera recente delle Alpi orientali.

Una cosa è certa: in tutta questa grande provincia metallogenetica recente, che comprende giacimenti piombo - zinciferi di notevole importanza (Bleiberg - Kreut, Mies - Eisenkappel, Raibl, ecc.), gli unici giacimenti di galena ad alto tenore di argento sono quelli delle Alpi trentine compresi negli « strati a *Bellerophon* », dimostrati manganesiferi.

Negli stessi giacimenti piombo - zinciferi poveri di argento mancano minerali manganesiferi e non mi risulta che siano stati segnalati tenori alti di Mn nelle rocce carbonatiche che comprendono la metallizzazione.

La conclusione del presente lavoro è la seguente: i giacimenti di galena argentifera nelle dolomie degli « strati a *Bellerophon* » del permiano superiore del Trentino (Faedo - Trento e Val Pescara) sono di tipo metasomatico e parzialmente di impregnazione; la metallizzazione è dovuta ad un convoglio idrotermale di bassa temperatura che circolò e rimase a lungo entro le dolomie, specialmente contro le volte delle anticlinali, per merito del tetto impermeabile dato dagli « strati di Werfen »; le dolomie degli « strati a *Bellerophon* » sono notevolmente manganesifere e si ritiene probabile che la presenza del manganese abbia avuto influenza sopra la deposizione della galena argentifera, mediante una vera azione catalittica.

BIBLIOGRAFIA

1. C. ANDREATTA - *I giacimenti ferriferi della regione Boai - Comasine in Val di Peio (Trentino)*, « La Ricerca Scientifica », Anno X, pagg. 515-31, Roma 1939.
2. F. POSEPNY - *Ueber den alten Bergbau von Trient*, « Archiv. für praktische Geologie », vol. I, pagg. 519-528, Wien 1880.
3. G. B. TRENER - *Le antiche miniere di Trento*, « XX Annuario della Soc. Alpinisti Tridentini », pagg. 27-89, Trento 1899.
4. G. B. TRENER - *Die Barytvorkommnisse von Mte Calisio bei Trient und Darzo in Judicarien und die Genesis des Schwerspates*, « Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt », vol. 58, pagg. 387-468, Wien 1908.
5. G. B. TRENER - *Le miniere argentifere di Trento*, « La Miniera Italiana », Anno I, pagg. 59-65, 99-104 e 294-298, Roma 1917.
6. R. CANAVAL - *Das Vorkommen silberhältiges Bleierze am Calesberg (M. Calisio) bei Trient*, « Zeitschr. f. prakt. Geologie », vol. XXIV, pagg. 18, 19, 25, Berlin 1916.
7. A. TORNQUIST - *Die Vererzungsphasen der jungen ostalpine Erzlagerstätten*, « Sitzungsberichte Ak. d. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl. », vol. 140, Wien 1931.
8. F. POSEPNY - *Ueber die Genesis der Erzlagerstätten*, « Jahrbuch d. Bergakademie Leoben », pag. 162, 1895.
9. M. v. WOLFSTRIGL - WOLFSKRON - *Die Tiroler Erzbergbaue 1301-1665* Innsbruck, 1903, pag. 267.
10. R. v. SRBIK - *Ueberblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg*, Innsbruck 1928, pag. 250.
11. G. B. TRENER - *Il problema dell'industria mineraria della Venezia Tridentina*, « La Miniera Italiana », Anno VIII, pagg. 161-164, Roma 1924.
12. C. ANDREATTA - *Sull'arsenopirite di Nogarè*, « Studi Trentini di Scienze Naturali », Annata IX, pagg. 139-148, Trento 1928.
13. F. W. CLARKE - *The Data of Geochemistry*, Washington 1908.