

DINO DI COLBERTALDO

IL PENSIERO DI O. M. FRIEDRICH
SULLA GENESI DEI GIACIMENTI PIOMBO-ZINCIFERI
NELLE ALPI ORIENTALI (*)

Riassunto. — O. M. Friedrich in una recente nota, affrontando il dibattuto problema della genesi dei giacimenti piombo-zinciferi alpini, contesa fra sedimentaristi ed idrotermalisti, sostiene che i metalli sono stati liberati lentamente in un periodo lungo ed in quantità periodicamente variabili, da processi magmatici profondi avvenuti in seno ad una geosinclinale. Per tale ragione essi non sono attribuibili al vulcanismo triassico (come vorrebbero le attuali tendenze dei sedimentaristi) bensì al magmatismo profondo dell'orogenesi, del quale il vulcanismo rappresenta soltanto una piccola porzione spintasi fino alla superficie.

Origine epigenetica e sinsedimentaria possono manifestarsi contemporaneamente ed insieme, possono sovrapporsi l'una all'altra e ripetersi.

L'affermazione secondo la quale i « minerali epigenetici » non si estendono in profondità non regge alla critica, in quanto recenti ricerche condotte nel giacimento di Lafatsch hanno potuto dimostrare il contrario.

L'Autore commenta positivamente le osservazioni di Friedrich, che accetta in linea di massima, ed introduce il concetto di « pulsazioni metallifere »: uno stesso magma può dare cioè più mineralizzazioni in un tempo lunghissimo, in relazione con le vicende tettoniche che localmente si manifestano, e sempre per le stesse vie. In tal modo le mineralizzazioni si sarebbero ripetute dal Trias fino all'Oligo-Miocene, provenendo dalla stessa sorgente.

Zusammenfassung. — In einem unlängst veröffentlichten Bericht über die von Sedimentaristen und Epigenetikern umstrittene Genese der kalkalpinen Blei-Zinklagerstätten, vertritt O. M. Friedrich wiederum die Anschauung dass « die Metalle von den tiefenmagmatischen Vorgängen im Untergrund einer Geosynklinale, langsam aber andauernd und in periodisch an- und abschwellegenden Ausmassen freigegeben worden sind ». Aus diesen Folgerungen sind diese Erze nicht einem triadischen Vulkanismus zuzuschreiben (wie dies in letzter Zeit von den Sedimentaristen vertreten ist), sondern dem « tiefliegenden Magmatismus der Orogenese, von dem der Vulkanismus nur einen kleinen bis zur Oberfläche gedrungenen Ausschnitt darstellt ». Ausserdem « epigenetische und synsedimentäre. Entstehung können

(*) Il presente lavoro rientra nell'attività della Sezione IV del Gruppo Nazionale Problemi Minerari del C.N.R., Milano.

gleichzeitig und zusammen vorkommen, sich gegenseitig überlagern und wiederholen». Die Behauptung dass die *epigenetischen Erze* nur eine geringe Teufe erreichen ist nicht stichhältig, nachdem unlängst in der Lagerstätte von Lafatsch durchgeführte Untersuchungen das Gegenteil bewiesen haben.

Der Verfasser ist grundsätzlich mit den Beobachtungen von Friedrich einverstanden und prägt den Begriff *metallspendende Pulsationen* (pulsazioni metallifere) hinzu: von ein und demselben Magma können sich, in Zusammenhang mit den sich örtlich äussernden tektonischen Ereignissen, über sehr lang Zeiten erstreckend und immer die gleichen Wege benützend, mehrere Vererzungsvorgänge ergeben. Demnach hätten sich die Vererzungen, die an dieselbe metallspendende Quelle gebunden sind, im Zeitraum zwischen Trias und Oligo-Miozen wiederholt.

In una recente nota dal titolo «*Zur genesis der Blei und Zinklagerstätten in den Ostalpen*» O. M. Friedrich affronta il complesso problema della genesi dei giacimenti piombo-zinciferi alpini, assumendo una decisa posizione ed apportando dei contributi degni di rilievo che ritengo interessante illustrare brevemente e commentare.

Per i sostenitori della origine singenetica (Taupitz, Schneider, Hegemann, Maucher) i giacimenti piombo-zinciferi alpini si sono formati negli strati del Trias con processi esalativo-sedimentari in relazione col vulcanismo di quell'epoca. Le mineralizzazioni discordanti con gli strati, finora considerate idrotermali ascendenti e quindi epigenetiche, si sarebbero originate invece per *descensum* dai giacimenti sedimentari primari. Ne consegue logicamente che i corpi minerari non si estendono in profondità e che tutto il processo metallizzante dev'essere tolto dal quadro della metallogenesi alpina.

I sostenitori della epigenesi non hanno mai messo in dubbio l'esistenza di formazioni sedimentarie a galena e blenda; Holler, al Congresso di Monaco nel 1956, ebbe a riferire che nel giacimento di Bleiberg il rapporto tra la quantità dei minerali Pb-Zn legata agli strati e la quantità di minerali epigenetici è di 1 : 9.

Nel 1957 Polesnig e Siegel hanno reso noto che una parte dei minerali giacenti negli strati appartiene a deposizioni solo apparentemente stratiformi, situate in cavità e canali di soluzione (sedimenti interni): non sono quindi identificabili con le vere formazioni sedimentarie.

Ciò premesso, l'A. riferisce che di recente è stato conseguito un grande successo in favore della teoria idrotermale epigenetica durante i lavori di riapertura del giacimento di Lafatsch in Austria. O. Schulz, uno dei principali rappresentanti della teoria sedimentaria, ha eseguito

sostanzialmente un rilievo in superficie; Holler, sostenitore della teoria epigenetica, ha progettato i lavori basandosi sui concetti di questa teoria, ma più volte ha dato la possibilità a Schulz di eseguire delle ricerche secondo i criteri della genesi sedimentaria. Durante lo svolgimento di questi lavori in tutti i casi, senza eccezione, si è visto che la mineralizzazione, apparentemente legata agli strati, termina a pochi metri dalla frattura apportatrice delle soluzioni, dimostrando così di aver interessato soltanto alcuni strati (strati nobili).

Secondo Maucher, la *mineralizzazione discendente* (proveniente dal sedimento) dovrebbe sterilirsi rapidamente con la profondità. Questo concetto rappresentava un impedimento notevole per la riapertura del giacimento. Infatti le vecchie coltivazioni sono situate in una zona molto elevata, accessibile soltanto in estate a causa della neve e delle valanghe: era pertanto necessario raggiungere il giacimento dalla valle, situata ad una quota più bassa di oltre 200 m e al di sotto delle vecchie coltivazioni più profonde (Silberner Hausl). Per ottenere questo scopo, la galleria doveva raggiungere una lunghezza superiore a 1 Km.

Se i risultati fossero stati negativi, i sedimentaristi avrebbero ampiamente divulgato la notizia come un logico fallimento della teoria epigenetica. I lavori hanno però messo in vista una inattesa ricca mineralizzazione, estendentesi dal ribasso ai livelli intermedi ed alle vecchie coltivazioni. Inoltre da questa galleria mediante sondaggi si è accertata la continuità del corpo minerario fino a 150 m al di sotto, cosicché ora esso è noto per un tratto di 1000 m circa. L'isterilimento con la profondità è concepibile dunque solo ammettendo una genesi sedimentaria primaria ed una ripetuta mineralizzazione discendente (al massimo per una decina di metri), non una genesi idrotermale ascendente, come nel caso ora illustrato.

In seguito a questa dimostrazione l'A. è stato costretto a considerare ingiustificata l'asserzione di Maucher e quindi a non accettarla. D'altra parte le osservazioni di Schneider, Schulz e Taupitz sull'esistenza di strutture sedimentarie sono sufficientemente convalidate: in tal modo la teoria epigenetica da una parte e quella sinsedimentaria dall'altra stanno di fronte come prima, senza che l'una o l'altra possa chiarire da sola inconfutabilmente tutte le osservazioni.

Petraschek nel 1957 a Bleiberg pensava che le mineralizzazioni discordanti nei calcari del Wetterstein potrebbero essere interpretate come veri filoni ascendenti, le mineralizzazioni stratiformi nel Ladinico come sedimenti interni e quelle nel Carnico come veri sedimenti esterni.

Secondo l'A. le soluzioni provenienti dal basso hanno attraversato gli strati sottostanti, dando luogo a manifestazioni epigenetiche anche nel Ladinico, mentre una piccola parte di esse ha raggiunto il mare triassico originando depositi sedimentari mediante un processo che si ripeté più volte. Questa ipotesi però richiedeva una tettonica che si fosse impostata già nel Carnico o nel Norico inferiore, mentre finora era stata ritenuta tutt'al più Precretacica. Secondo Kostelka, in una geosinclinale il materiale di riempimento non si distribuisce mai in modo uniforme, in quanto nella stessa il fondo si abbassa irregolarmente per l'esistenza in profondità di notevoli zone di scorrimento (nel nostro caso la sutura periadriatica, la linea del Gailtal e della Val Pusteria assieme alle loro ramificazioni). Se il fondo si abbassa irregolarmente, allora da queste zone di scorrimento si devono generare delle fratture nei sedimenti sottostanti della geosinclinale. Per il nostro problema non sono determinanti quelle fratture formatesi entro gli strati più profondi consolidati (fratture di assestamento), perchè non si spingono in profondità e non vengono pertanto in comunicazione con i focolai magmatici profondi. Ciò però potrebbe accadere se quelle fratture fossero impostate lungo zone di scorrimento profonde che favoriscono la risalita di altre manifestazioni magmatiche, come le soluzioni idrotermali; queste, attraversando gli strati sottostanti, in parte determinerebbero mineralizzazioni epigenetiche, ed in parte risalirebbero lungo le litoclasti e le fratture fino al fondo del mare dove i metalli in esse contenuti si separerebbero per via sinsedimentaria. Le linee di intersezione di queste fratture con il fondo del mare soprastante potrebbero dar luogo a quei « canali » ai quali si riferiscono i sopracitati sedimentaristi.

In corrispondenza della linea di intersezione di tali fratture con il fondo del mare si debbono verificare variazioni di livello e quindi assestamenti dei sedimenti appena cementati ove si separano Fe, F, Ba, S, Pb-Zn, Ag in forma di pirite, marcasite, fluorite, barite, anidrite ecc.

L'avvelenamento dell'acqua per la presenza di tali componenti determina la morte degli organismi, i quali si trasformano poi in composti bituminosi: il che spiegherebbe l'alto contenuto in bitume di questi strati mineralizzati. L'interpretazione dei canali nel senso su descritto sembra più logica.

Lungo le stesse fratture di assestamento possono verificarsi anche manifestazioni tufacee e, qua e là, effusioni vulcaniche, da interpretarsi però come fenomeni che accompagnano le trasformazioni in

seno alla geosinclinale, con seguito metallifero di tipo extrusivo-sedimentario, nel senso di Hegemann. Si possono così originare strati di pirite e marcasite, e di siderite.

L'A. commenta favorevolmente questa ipotesi di Kostelka in quanto essa permette di spiegare evidenti differenze fra giacimenti consimili. Così per esempio, se i metalli che risalgono attraverso le fratture vengono assorbiti dagli strati, si possono formare giacimenti soltanto di tipo epigenetico come nel caso di Raibl (sec. di Colbertaldo); se invece le soluzioni portanti escono nel mare, può prevalere una deposizione di tipo sinsedimentario, come a Gorno (sec. Vachè) o a Radnig presso Hermagor. Fra questi due tipi estremi ci possono essere poi tutti i termini di passaggio, come a Bleiberg, dove sussiste un rapporto di 1 : 9 fra le quantità di minerali singenetici e quella di minerali epigenetici (sec. Holler). Dunque tutte le osservazioni possono essere giuste, ma valgono soltanto per un determinato giacimento e non possiamo estenderle a tutti indifferentemente senza cadere in errore. È pure possibile che mineralizzazioni epigenetiche passino verso l'alto a forme sedimentarie, e analogamente che minerali sedimentari più antichi vengano attraversati da minerali epigenetici più recenti, e che in una zona si possano trovare più mineralizzazioni di età diversa (Janken, sec. Canaval), poichè i metalli sono stati liberati lentamente in un periodo molto lungo ed in quantità periodicamente variabili, dai processi magmatici profondi in seno ad una geosinclinale.

L'A. non accetta di legare i giacimenti a Pb-Zn al vulcanismo triassico, com'è l'attuale tendenza dei sedimentaristi (Taupitz, Schneider, Schulz, Hegemann, Maucher ecc.) perchè la pura frazione Pb e Zn (+ Ag al nord) esente da altri metalli, Fe escluso, si schiera contro una origine vulcanica. Non attribuisce quindi questi metalli al vulcanismo triassico, ma al magmatismo profondo dell'orogenesi, di cui il vulcanismo rappresenta solo una piccola parte che si è spinta fino alla superficie antica. Anche l'estensione in profondità dei giacimenti a Pb-Zn della Carinzia (400-600 m sotto gli strati di Raibl) con appena rilevanti variazioni paragenetiche, ed il carattere epigenetico dei maggiori corpi minerali, sono fatti che si oppongono in modo inequivocabile ad una relazione genetica con le manifestazioni vulcanico-extrusive (nel senso di Hegemann) e parlano invece in favore di un grande focolaio intrusivo profondo. Focolai vulcanici con una simile estensione (almeno dalle Alpi Bergamasche alla Carinzia orientale) sarebbero in-

soliti. Borchert ritiene probabili (1961), per un magma palingenetico, profondità di 15-25 Km ed è da questo magma che può aver avuto origine la nota mineralizzazione, non da singoli focolai vulcanici.

La mineralizzazione alpina si sarebbe manifestata in un periodo in cui le rocce erano ancora deformabili fluidalmente a grande profondità, mentre il loro indurimento risalirebbe soltanto agli ultimi atti metallizzanti, prima che i successivi processi orogenetici potessero generare fratture e faglie. Questo intervallo di tempo potrebbe essere compreso fra il Cretacico ed il Terziario.

Con queste asserzioni l'A. crede di aver concluso in modo soddisfacente una polemica protrattasi per ben 10 anni e che forse avrebbe potuto risolversi prima, se i sedimentaristi non avessero voluto associare la presenza di strutture sedimentarie, effettivamente esistenti, a mineralizzazioni formatesi per *descensum* (in seguito a scioglimento delle stesse e successiva deposizione), ed alla mancanza del loro sviluppo in profondità.

Passando in rassegna i punti più salienti della nota di Friedrich, in sostanza si possono rilevare questi tre concetti fondamentali:

a) origine epigenetica e origine sinsedimentaria possono manifestarsi contemporaneamente ed insieme, compresi tutti i termini di passaggio possibili tra le due forme, e ripetersi più volte;

b) la formazione di minerali epigenetici per rideposizione discendente dai minerali di origine sedimentaria, non può essere neppure presa in considerazione, come d'altra parte è stato dimostrato per il giacimento di Lafatsch;

c) le soluzioni metallizzanti sono state liberate lentamente in un periodo molto lungo, ed in quantità periodicamente variabili, da processi magmatici profondi in seno ad una geosinclinale, e sono salite attraverso le grandi fratture del basamento.

Non è possibile attribuire al vulcanismo triassico la genesi dei giacimenti alpini, la cui età cadrebbe nel periodo Cretacico-Terziario, perchè i caratteri della paragenesi si schierano contro una origine vulcanica dei metalli e perchè focolai vulcanici con un'estensione così grande (dalle Alpi Bergamasche alla Carinzia orientale) sarebbero insoliti.

Di questi tre concetti, il primo a) mi sembra di maggior rilievo perchè rappresenta in sostanza un *trait-d-union* accettabile fra le due correnti.

Il punto b) è una dimostrazione fuori discussione, già da me ripetutamente sostenuta in passato anche per Raibl.

Il punto c) riguarda alcuni dettagli che possono essere invece oggetto di discussione. Per esempio la tettonica che interessa così da vicino questi giacimenti, dovrebbe esser fatta risalire per Raibl, almeno per quanto riguarda le sue fasi embrionali, al Carnico più che al Cretacico, in quanto per questo giacimento ho già dimostrato che fasi tettoniche e fasi metallizzanti costituiscono un sistema inscindibile. Ma la tettonica del giacimento di Raibl non è una manifestazione isolata, a sè stante: essa è parte integrante della tettonica delle Alpi Giulie legata alla spinta delle Dinaridi: è cioè una tettonica terziaria, e terziario è il giacimento di Raibl ad essa connesso. Le faglie di Raibl tagliano tutte le formazioni triassiche, porfidi compresi, e sono tutt'ora attive.

Io sarei pertanto propenso, come già altre volte ho avuto a dire, di mantenere per i grandi giacimenti alpini un'età terziaria ed a proporre il concetto di « pulsazioni metallifere ».

Il magma, cioè, che ha generato i depositi piombo-zinciferi nell'Anisico e nel Ladinico superiore-Carnico, sarebbe stato sempre lo stesso, e le soluzioni metallizzanti, liberate in periodi diversi, avrebbero percorso in gran parte sempre le stesse vie, riaperte in questi particolari periodi dalle fasi tettoniche dell'orogenesi: quelle stesse vie che inizialmente erano state prescelte dalle prime soluzioni per uscire in parte sul fondo del mare.

E' così possibile mantenere un'età recente ai grandi giacimenti alpini ed accettare contemporaneamente le proposte di Friedrich. Un'insieme di osservazioni e documentazioni induce infatti a ritenere che i giacimenti situati nell'Anisico siano legati al magmatismo triassico, e quelli nel Ladinico superiore-Carnico al magmatismo terziario: magmatismo triassico e terziario intesi come manifestazioni di uno stesso grande plutone situato nell'ossatura della catena alpina come già ebbi occasione di proporre ancora nel 1948. Ciò è anche suffragato dal fatto che i due distinti gruppi di giacimenti presentano paragenesi e strutture di minerali simili e talora pressochè identiche.

Friedrich non ritiene possibile, per le ragioni già esposte, di mettere in relazione i giacimenti col vulcanismo triassico, ma piuttosto con il magma sottostante, che alimentava detto vulcanismo. Se questa ipotesi è accettabile per il distretto metallifero di Auronzo (Anisico medio) non sembra esserlo però per il distretto di Gorno (Ladinico-Carnico),

ove il quadro è decisamente diverso da quello dei giacimenti situati in analoghi terreni delle Alpi orientali, nè per le manifestazioni a fluorite, blenda e galena della Val d'Aupa (Carnia) situate nel Ladinico superiore.

Volendo concludere, occorre dire che il problema della genesi dei giacimenti piombo-zinciferi alpini per alcuni dettagli è ancora complesso. Ritengo però che la via tracciata da Friedrich (che per parecchi motivi richiama quanto da anni ho sempre sostenuto in questo campo) sia in linea di massima quella da seguire.

*Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università degli Studi,
Cattedra di Giacimenti Minerari, Milano.*