

PRIMI TENTATIVI DI INDAGINE SULLA DISTRIBUZIONE  
DI ALCUNI ELEMENTI ACCESSORI  
NEI GIACIMENTI PIOMBIFERI SARDI

*Premesse:*

In due nostre note precedenti (1, 2) abbiamo trattato della distribuzione di alcuni elementi accessori nel giacimento piombo-zincifero di Montevecchio; quei primi studi ci hanno suggerito l'idea di estendere la nostra indagine a tutti i giacimenti piombiferi sardi.

A questo scopo è stato gentilmente messo a nostra disposizione un notevole numero di campioni e di analisi da parte delle Direzioni di molte Miniere e Impianti metallurgici sardi, alle quali rivolgiamo il più vivo e sentito ringraziamento. Riteniamo però che — a fronte dell'imponenza e della varietà della minerogenesi sarda — sia opportuno ampliare ulteriormente il numero di dati raccolti, specialmente per taluni accessori.

Siccome, d'altronde, dall'elaborazione dei dati già raccolti ci pare si possano intravedere fenomenologie e correlazioni di un certo interesse, ci siamo decisi a pubblicare la presente nota a carattere preliminare.

In tabella 1 riportiamo il numero di analisi per ciascuna partita di minerale campionato in modo che il lettore possa giudicare del grado di attendibilità delle considerazioni che andremo esponendo.

In tabella 2 diamo le caratteristiche dei giacimenti da cui provengono i campioni studiati; come si noterà, la stragrande maggioranza di essi è costituita da mercantili (di cernita, gravimetrici, flottati).

Sulla possibilità di considerare il mercantile come campione del giacimento da cui proviene, abbiamo discusso nei nostri lavori precitati, ai quali rimandiamo il lettore.

Va detto che non tutti i distretti minerari sardi sono adeguatamente rappresentati nella nostra raccolta di dati: di alcuni — Iglesiente, Fluminese, Sulcis, Oridda, Arburese — abbiamo moltissime analisi, mentre di altri — Sarcidano, Sarrabus, Baronie, Ogliastra, Nurra — i dati sono relativamente pochi.

Neanche fra i vari giacimenti i campioni sono equamente distribuiti: succede, ad es., che di alcuni grossi giacimenti abbiamo avuto solo una decina di campioni, mentre di altri, di minore importanza, abbiamo avuto più di un centinaio di analisi. Per ovviare in qualche modo a questo difetto di campionatura, abbiamo cercato di trarre le nostre deduzioni studiando separatamente il comportamento dei singoli giacimenti e abbiamo rinunciato a calcolare dati medi generali, che sarebbero risultati, evidentemente, poco attendibili.

E' ancora da notare che tutti i campioni sono stati analizzati per Pb e Ag; solo una parte di essi (e non sempre gli stessi) è stata analizzata per Bi, Sb, As, Cu; pochi lo sono stati per Mn, Sn, Co, Ni, Mo, Sr. Ne viene di conseguenza che non per tutti gli elementi citati ci è stata per ora possibile una indagine statistica adeguata. Particolarmente per la ricerca delle correlazioni abbiamo dovuto accontentarci di un numero di dati piuttosto basso, evidentemente pari al numero di campioni in cui le coppie di elementi da correlare erano state determinate.

In definitiva, per le nostre deduzioni, terremo conto essenzialmente di Ag, Sb, Bi, As che sono stati i più largamente rappresentati nelle analisi; trascureremo Cu ed Mn, i quali, benchè determinati su molti campioni, presentano una irregolarità tale da non dare affidamento, e — infine — daremo qualche notizia generica sugli altri, perchè manchiamo di un sufficiente numero di dati, per azzardarci a tentare più precise interpretazioni sul loro comportamento.

Come abbiamo fatto nelle nostre relazioni precedenti, il contenuto in elementi accessori viene espresso come quantità in grammi dell'elemento considerato per ogni tonnellata di Pb presente nel campione.

Per evidenti ragioni di spazio non riteniamo possibile riportare per esteso tutte le analisi di cui ci siamo valse, e ci limitiamo a riassumere in tabella 2, per ciascuna partita di minerale, quelli che — in base all'analisi delle distribuzioni — sono risultati essere i valori medi o gli intervalli medi più attendibili. In tale tabella, inoltre, vengono schema-

tizzati i caratteri generali dei vari giacimenti dai quali provengono i campioni, mentre — per ovvie ragioni di riserbo — se ne tacciono i nomi.

### *Deduzioni e conclusioni.*

Le deduzioni di carattere generale che ci pare si possano trarre dai dati di cui disponiamo, sono le seguenti quattro:

1°) In uno stesso giacimento a solfuri sani, al variare della « struttura » (1) del campione varia *generalmente* (ma non sempre) il contenuto in elementi accessori, nel senso che un aumento del grado di cristallizzazione della galena comporta, assai spesso, una diminuzione del rapporto fra metallo accessorio e piombo. Ciò vale — particolarmente — per l'Ag, meno bene per Bi, Sb, As (vedi tabella 2).

Questa nostra prima deduzione soffre di varie limitazioni, che elenchiamo qui di seguito:

a) - La dispersione dei valori è sempre assai notevole, eppertanto differenze o similitudini fra partite di minerale si possono riconoscere solo quando si disponga di un certo numero di analisi e si possa ragionare quindi su basi statistiche. Pertanto il confronto fra uno (o pochi) campioni di un tipo di minerale ed uno (o pochi) campioni di un altro tipo di minerale può essere scarsamente indicativo o fallace.

b) - Fra i vari tipi di mercantile (di cernita, gravimetrico, flottato) e le diverse strutture del giacimento che li ha forniti, esiste un legame più o meno stretto ma non rigido.

Ne abbiamo ampiamente discusso in una nostra nota precedente (1), e ci limitiamo qui a ricordare che solo le galene in grossi blocchi di alta purezza possono fornire mercantili di cernita; le galene a grana media (con grado di liberazione di qualche mm) miste ad altri minerali e alla ganga non possono fornire mercantili di cernita ma unicamente mercantili gravimetrici o flottati; le galene a grana minuta (con grado di liberazione dell'ordine del mesh) forniscono solo mercantili flottati.

---

(1) Con il termine « struttura » vogliamo intendere il grado di cristallizzazione; cioè quel che è comunemente chiamato « grana » del minerale, e che è strettamente legato al « grado di liberazione ». Per la correlazione fra « struttura » della mineralizzazione e tipo di mercantile si veda quanto abbiamo detto in (1).

Naturalmente condizioni particolari (quali la non convenienza economica di produrre mercantili di cernita o gravimetrici; o anche la polverizzazione dei grossi blocchi di galena pura, per effetto della spartitura delle mine; l'auto macinazione durante il carico e il trasporto, e la sovrammacinazione nei frantoi) fanno sì che le galene a grossa grana finiscano nei mercantili gravimetrici e in quelli flottati, e così pure le galene a grana media finiscano nel mercantile flottato. Resta comunque vero che — entro certi limiti — alcuni caratteri dei mercantili sono l'immagine, più o men sfocata, di quei caratteri del giacimento che dipendono dalla struttura.

E' pertanto giustificato, almeno in prima approssimazione, chiamare in causa la struttura del minerale, per spiegare le diversità che si riscontrano nei vari tipi di mercantile.

c) - Non basta constatare statisticamente un fenomeno — come abbiamo fatto finora — ma occorre darne una ragione su basi scientifiche se si vuole che esso assuma valore accettabile. Altrimenti si rischia di considerare valido un legame dipendente unicamente da concomitanza di eventi che evolvono secondo leggi simili (o contrarie), ma non interdipendenti.

Per fare un esempio banale, si potrebbe facilmente provare statisticamente che assieme all'aumentare della velocità massima degli aerei, sia diminuito il valore della lira italiana. Ma non vi è certo legame di causa ad effetto fra i due fenomeni citati!

Nel nostro caso occorre spiegare quali siano, o possano essere, le ragioni geo-giacimentologiche che giustificano la nostra deduzione relativa al legame fra struttura della mineralizzazione e contenuto in elementi accessori.

Ci siamo già posti questo problema quando abbiamo trattato degli accessori di Montevecchio e ne avevamo cercato la spiegazione nel modo di formazione del giacimento. Accettando cioè la teoria idrotermale e la deposizione della galena per cristallizzazione da soluzioni calde complesse in seguito a saturazione per raffreddamento, si può dedurre che, quanto più lento è stato tale raffreddamento, tanto più puri e ben sviluppati dovevano risultare gli individui che si andavano via via formando.

Un'alta velocità di raffreddamento, invece avrebbe ostacolato que-

sta purificazione per cristallizzazione, e avrebbe condotto alla formazione di mineralizzazioni minute, impure, con strutture di implicazione.

Questo modo di spiegare la relazione fra struttura e contenuto in accessori può essere accettabile solo nel caso che si verificano contemporaneamente due condizioni e cioè: I) si sia in presenza di una deposizione per cristallizzazione; II) tanto la galena che i suoi accessori siano stati depositati da un solo convoglio, o — quanto meno — da un solo tipo di convoglio. Ché, infatti, se il piombo e i suoi accessori fossero stati deposti da convogli diversi in condizioni chimico-fisiche diverse, tutto il nostro ragionamento precedente verrebbe a cadere.

Invocando appunto una diversità originaria nei convogli, abbiamo giustificato, nel nostro studio di Montevocchio (1, 2), una anomalia nella relazione fra quantità di accessori e grado di cristallizzazione della galena, riscontrata nel filone Sanna.

Allo stesso modo riteniamo giustificabili le (poche) eccezioni alla regola che si riscontrano nei vari distretti sardi; aggiungiamo che — almeno in un caso (il Sarrabus) che illustreremo più avanti — abbiamo prove sulla diversità dei convogli che hanno deposto il piombo e l'argento (e lo zinco).

2°) Il confronto fra contenuto in accessori dei mercantili ossidati con quello dei mercantili solfurati mostra che non vi sono differenze significative fra di essi, particolarmente quando si prendono in esame materiali provenienti dallo stesso giacimento. Solo si constata una maggior dispersione dei valori per i mercantili ossidati, in confronto a quella che si rileva nei mercantili solfurati.

Si può ritenere quindi che l'ossidazione superficiale non abbia sostanzialmente mutato i rapporti medi fra accessori e piombo nei giacimenti sardi, limitandosi a ridistribuire i metalli in associazioni minerali nuove di vario tipo.

A questa nostra asserzione va dato significato di larga massima, poichè deriva dallo studio di dati ricavati su mercantili, eppertanto sui rapporti fra metallo accessorio e piombo ha giocato anche la selettività del metodo di arricchimento per i vari minerali portatori del piombo e dei suoi accessori. Ciò interessa particolarmente per i mercantili flottati, mentre ha minor peso per i mercantili gravimetrici.

Si noti ancora che tutto quanto abbiamo detto vale per gli elementi accessori e il piombo contenuti globalmente nelle zone ossidate o nelle

zone a solfuri sani dei giacimenti da cui si sono ottenuti i mercantili analizzati; non vogliamo cioè discutere (né, d'altronde, avremmo i dati per farlo) sul contenuto in accessori dei singoli minerali piombiferi che entrano nei mercantili stessi.

3°) Benchè tutte le galene sarde che abbiamo studiato siano da ritenere coeve (e precisamente ereciniche), il loro contenuto in elementi accessori varia grandemente dall'una all'altra.

Si nota però che, nell'ambito di uno stesso distretto minerario e — più ancora — di uno stesso giacimento, i valori si mantengono abbastanza vicini fra loro.

Sembra quindi che il contenuto in metalli accessori sia correlabile più alla provincia che non all'epoca metallogenica cui la mineralizzazione appartiene. E' tipico, da tale punto di vista, il comportamento del bismuto che illustreremo in appresso.

La diversità da zona a zona si manifesta non solamente, e non sempre, come quantità di elemento accessorio associato alla galena, ma anche come minerali portatori degli elementi accessori. Ne è un esempio istruttivo il comportamento dell'argento fra Iglesiente e Fluminese (partim): in entrambi i casi, infatti, si hanno giacimenti ad alto tenore in Ag, ma tale metallo non è correlato al Bi nell'Iglesiente per la evidente lapalissiana ragione che in questo distretto il bismuto è praticamente assente, mentre nel Fluminese (partim) la correlazione Ag-Bi sembra probabile e piuttosto stretta (v. Tavola 8).

4°) Per determinare se dal punto di vista statistico esiste una correlazione fra gli elementi accessori del piombo e la paragenesi dei giacimenti, abbiamo suddiviso le mineralizzazioni in tre categorie principali, secondo l'uso corrente in Sardegna:

a) mineralizzazioni essenzialmente piombifere (sigla P, nelle varie tabelle); hanno come accessori poca blenda ed occasionali calcopirite e pirite. La ganga è quarzosa, baritica, calcitica (in ordine di frequenza decrescente);

b) mineralizzazioni piombo-zincifere (sigla PZ); in esse frequentemente lo zinco prevale sul piombo, e gli accessori più comuni sono pirite, calcopirite, tetraedrite. Le strutture sono prevalentemente a bande, ma si hanno anche deposizioni miste, a coecarda o a mosaico;

c) solfuri misti complessi (sigla SM), in cui la mineralizzazione è costituita da una miscela, spesso molto intima, di galena, blenda, pirite, calcopirite; non rara la pirrotina e occasionali gli ossidi primari di ferro (ematite in prevalenza, ma anche magnetite).

In questi adunamenti la calcopirite e la pirite possono ricorrere in quantità tali da far passaggio a giacimenti cupro-ferriferi con accessori zinco e piombo.

Fra le tre categorie citate esistono anche differenze di altra indole. Così gli SM ricorrono quasi esclusivamente in area metamorfica mentre i PZ e i P si incontrano in genere al di fuori di essa. E non solo: gli SM prediligono (senza esserne esclusivi) l'incassamento carbonatico, e magari sono insediati in banchi di calcare, più o meno metamorfico, inclusi entro una formazione scistosa.

I P e i PZ ricorrono in qualunque tipo di incassamento, sia esso carbonatico che scistoso o metamorfico.

La distribuzione dei rapporti Ag/Pb, Sb/Pb, Bi/Pb, nei tre tipi (P, PZ, SM) è illustrata nei diagrammi di tavola 3. Da essi risulta che, in generale, gli accessori non sono mai scarsi negli SM, ove — anzi — possono essere molto abbondanti (specie per quanto riguarda Ag e Bi). Nei P e nei PZ gli accessori possono essere scarsi o praticamente assenti, pur potendo anche raggiungere tenori notevoli, ma quasi sempre inferiori ai massimi che si incontrano negli SM.

Ritroviamo, praticamente, una conclusione cui eravamo giunti con lo studio delle varie zone di Montevecchio, e cioè che le galene macroscopicamente pure, e cioè che ricorrono con macroparagenesi semplici, risultano spesso (ma non sempre) pure anche quando se ne studia la microparagenesi. Viceversa le galene macroscopicamente impure, e cioè a macroparagenesi complessa, risultano sempre ricche in accessori, ossia anche la loro microparagenesi appare complessa.

\* \* \*

Passiamo ora ad esaminare il comportamento di ciascun elemento accessorio.

*Argento* (v. tabella 4): esistono in Sardegna giacimenti piombiferi a vario tenore in Ag pur se appartenenti ad uno stesso distretto; particolarmente interessante è il confronto fra taluni giacimenti del Sulcis

che hanno giaciture e paragenesi affatto simili, e ricorrono a breve distanza l'uno dall'altro, tanto che si possono considerare diverse parti di un tutto unico. Nell'Arburese (in particolare tra le varie vene di Montevecchio, come abbiamo illustrato nei nostri precedenti studi) si verifica lo stesso fenomeno.

Particolare attenzione merita la distribuzione dell'Ag nelle galene del Sarrabus, che è notoriamente il distretto argentifero della Sardegna. Ci pare notevole il fatto che proprio la galena del Sarrabus sia tra le meno argentifere dell'Isola. Per tale distretto la *Rimisa* ci ha gentilmente messo a disposizione i risultati di due campionature sistematiche per Pb, Ag, Zn, l'una eseguita al ribasso « Masaloni » (33 campioni) dell'omonima miniera, e l'altra all'ottavo livello di Baccu Arrodas (45 campioni).

Abbiamo ricercato la probabilità statistica di correlazione fra i tre minerali con il metodo di Spearman (vedi tabella 5) <sup>(1)</sup>.

Si è notato che, talvolta, nulla osta a che esista correlazione statistica positiva fra i metalli in esame, talora invece non esiste correlazione alcuna. Siamo indotti a credere che — ove possa esistere — tale correlazione tragga le sue ragioni d'essere non da fattori costanti, capaci di influenzare univocamente la deposizione ma da cause che possono o che non possono intervenire. Si può pensare che se lungo la spaccatura filoniana ricorrono zone favorevoli alla deposizione, ivi si

<sup>(1)</sup> Il « test » di Spearman si applica nel modo seguente: si classificano separatamente le due serie degli  $n$  dati da correlare in ordine crescente (decescente): ciascun dato viene così caratterizzato dal n° di ordine (« rango ») con cui compare nella classifica rispettiva.

Si calcola la differenza ( $D$ ) fra i « ranghi » di ciascuna coppia di dati; il coefficiente di Spearman ( $r_s$ ) si ottiene con la formula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

Se  $r_s$  supera, in valore assoluto, determinati valori la correlazione è probabile; essa sarà positiva o negativa a seconda del segno di  $r_s$ .

Ad es.,

per $n = 11$ ,	$r_s = 0,535$	(Q.C. 90%)	e	$0,729$	(Q.C. 98%);
» » = 18,	» = 0,399		»	» 0,564	» ;
» » = 22,	» = 0,359		»	» 0,508	» ;
» » = 27,	» = 0,323		»	» 0,456	» ;

abbia la maggior probabilità di incontrare tutti e tre i metalli in esame, ma non è detto che necessariamente essi debbano ricorrervi in quantità correlabili. In altri termini, ove si concentra un metallo spesso vi ricorrono anche gli altri, ma non è vero che essi debbano esservi sempre associati.

Si può interpretare geneticamente questo fenomeno pensando che Pb, Zn, Ag, provenissero da tre tipi di convogli diversi: spesso si sono depositi assieme, ma non sempre ciò è accaduto. La loro concomitanza avrebbe quindi significato di « coabitazione » in punti favorevoli alla deposizione, non il significato di singeneticità.

Tre riprove si possono dare a questo modo di vedere, oltre ai risultati dell'indagine statistica più sopra illustrata. Esse sono:

a) i rapporti di giacitura fra blenda e galena: anche in scala macroscopica — come può farsi studiando le fronti e le corone dei cantieri — si nota che le vene di galena assai spesso tagliano e talvolta dislocano le mineralizzazioni blendose, provando che galena e blenda appartengono a due distinte fasi del ciclo metallizzante (la prima più giovane della seconda).

b) il basso rapporto Ag/Pb dei campioni di *galena pura* (vedi tabella 2), in netto contrasto con i tenori, talvolta altissimi, dei campioni del *filone* (vedi tabella 5).

c) la presenza di Ag nativo e di  $Ag_2S$  in talune zone non ossidate in una vena recentemente esplorata in un giacimento limitrofo (Serra s'Ilixì), accompagnati da fluorina, barite, calcedonio mentre sono assenti quasi completamente galena, cerussite, blenda, calamina.

In conclusione potremo dire che la presenza nei filoni del Sarrabus di galena o di blenda o di tutte e due assieme, indica che ci si trova in un tratto del filone favorevole alla deposizione di minerali idrotermali; è perciò probabile che vi possa ricorrere anche l'Ag, ma non è detto che esso vi sia, o — quanto meno — che vi ricorra in quantità correlabile all'abbondanza di Pb e Zn.

D'altra parte, le nostre considerazioni non rappresentano una novità per i vecchi minatori del Sarrabus; essi ben sapevano che l'argento ricorreva associato non già a galena o blenda, ma al « caffellate », cioè a un particolare tipo di ganga carbonatica marroncina, non accompagnata da altri minerali.

*Antimonio*: analogamente a quanto accade per l'Ag, non esistono in Sardegna giacimenti piombiferi privi di Sb, ed anzi taluni ne contengono in quantità notevoli.

I valori più bassi del rapporto Sb/Pb sono dell'ordine dei 100 g/Tonn. e si incontrano in talune parti del Sarrabus, Iglesiente, Sulcis; frequentemente tale rapporto è dell'ordine del Kg/Tonn., fino a 10 Kg/Tonn.; i valori massimi spettano alla Nurra, ove il rapporto Sb/Pb è dell'ordine dei 50 Kg/Tonn. e anche superiore.

*Bismuto*: si può dire che esistono in Sardegna tre tipi di giacimenti piombiferi:

a) un folto gruppo nel quale il Bi è praticamente assente (rapporti Bi/Pb compresi fra 0 e 10 g/Tonn.): vi figurano tutti i giacimenti dell'Iglesiente, del Sarrabus e della Nurra, molti del Sulcis, dell'Orida, del Fluminese;

b) un gruppo a tenore basso (rapporti Bi/Pb generalmente inferiori ai 100 g/Tonn), che comprende i giacimenti dell'Arburese, di una parte del Fluminese e dell'Orida;

c) un gruppo di giacimenti a tenore alto o altissimo (rapporti Bi/Pb superiori ai 100 g/Tonn., fino a qualche migliaio di g/Tonn): vi figurano giacimenti del Fluminese, del Sulcis, del Sarcidano e dell'Ogliastra.

*Arsenico*: tutti i giacimenti piombiferi sardi contengono associato un po' d'arsenico in proporzioni variabilissime anche in seno ad uno stesso giacimento. Talvolta, in punti singolari e limitatissimi, esso si concentra come arsenopirite granulare molto minuta, entro la galena, e se ne può riconoscere la presenza semplicemente dal caratteristico odore agliaceo che si manifesta sotto il colpo di martello.

Se si costruiscono gli istogrammi del rapporto As/Pb, si nota che essi risultano appiattiti o plurimodali complessi; ciò quindi induce a credere che i due metalli non siano direttamente (o, quanto meno, facilmente) correlabili.

*Stagno*: è sempre presente, e talvolta in quantità non piccolissime, in tutte le galene sarde, in cui tale elemento è stato cercato.

In altra sede (12) abbiamo segnalato questo dato di osservazione, in particolare per Montevecchio (2).

Siamo ora a conoscenza che per la Nurra il rapporto Sn/Pb è dell'ordine dei 30 g/Tonn. (su 10 campioni di mercantile flottato): è cioè analogo a quello di Montevecchio.

*Molibdeno*: non ci consta che ne sia stata riconosciuta la presenza nelle galene sarde ove è stato cercato, mentre — in altra sede (6) — uno di noi ne ha segnalato la presenza nelle blende sarde.

*Stronzio*: neanche per questo elemento siamo a conoscenza che ne sia stata fino ad ora rivelata la presenza, nei campioni piombiferi ove è stato cercato.

*Nichelio e Cobalto*: sono stati riconosciuti in diverse galene sarde; per quanto ci è noto essi sono presenti a Montevecchio, con rapporti Ni/Pb e Co/Pb dell'ordine di qualche g/Tonn.; sono stati pure trovati con lo stesso ordine di grandezza nelle galene del Sarrabus, delle Baronie e del Fluminese. Nella Nurra il rapporto Ni/Pb è notevolmente superiore, essendo dell'ordine dei 500 g/Tonn., mentre il Co non è visibile spettrograficamente. Non disponiamo di analisi per Co e Ni delle altre zone. Va però notato che anche le blende sarde sono generalmente portatrici di Co e Ni, con rapporti Co/Zn e Ni/Zn dell'ordine del centinaio di g/Tonn.; pertanto non si può escludere che parte almeno del Ni e del Co riconosciuto nelle galene possa essere associato a quel po' di blenda che spesso inquina i campioni piombiferi. Manchiamo, purtroppo, di dati sulle blende della Nurra.

Ci riserviamo di tornare su Ni e Co in altra sede.

*Rame*: dalle analisi che riportiamo si nota come il rame sia relativamente frequente nei campioni piombiferi analizzati. Data la particolare natura della maggior parte dei campioni (mercantili gravimetrici e flottati), quasi tutta la calcopirite presente nel rinfuso (anche quella proveniente dalle zone non piombifere) si ritrova in essi. Pertanto, i rapporti Cu/Pb da noi calcolati non esprimono le quantità di rame direttamente associato alla galena o ai suoi prodotti di ossidazione, ma sono un indice (approssimato) delle quantità dei due metalli presenti nel giacimento.

*Manganese*: anche il manganese non è infrequente nei campioni piombiferi analizzati, e — talvolta — il rapporto Mn/Pb è piuttosto alto.

Sulla natura e sulla distribuzione dei minerali portatori di Mn stiamo raccogliendo dati, e — se potremo giungere a conclusioni — ci ripromettiamo di riferirne in una prossima nota.

\* \* \*

*Correlazioni fra gli elementi accessori*: abbiamo preso in esame unicamente Ag, Sb, Bi, As, tralasciando gli altri perchè troppo irregolari (Cu, Mn), o per scarsità di dati (Co, Ni, Sn), o perchè assenti (Mo, Sr).

In Tav. 6 è riportato il diagramma a nuvola di punti per la coppia *Ag — Sb*, associati alle galene. Nonostante la notevole dispersione, secondo le formule della statistica la correlazione appare possibile e probabile con limitato margine di errore <sup>(1)</sup>.

Basta però osservare la distribuzione dei punti rappresentativi dei vari distretti, per rendersi conto che non si tratta di una distribuzione unica per tutta l'Isola, ma con caratteri diversi fra i vari distretti.

E' interessante notare che se si dividono i campioni analizzati in categorie, a seconda del valore del rapporto *Sb/Ag*, i vari distretti sardi si differenziano nettamente fra loro, secondo quanto illustra la tabella 7. Operando in modo analogo per quanto riguarda il tipo di incassamento (carbonatico, scistoso, metamorfico), si ottiene ancora una notevole differenziazione come illustra la stessa tabella.

Non sappiamo fino a che punto possano essere significative le ripartizioni surriportate: più suggestiva appare quella per distretti, che ci proponiamo di approfondire e chiarire con studi minerografici, non solo per l'interesse scientifico che può rivestire, ma anche a scopi tecnici.

Per la coppia *Ag — Bi* abbiamo preso in considerazione unicamente quei giacimenti in cui il Bi è presente in quantità notevole (rapporto *Bi/Pb* > 100g/Tonn.). Abbiamo notato (Vedi Tav. 8) che, in tali condizioni, nulla osta a che esista una correlazione tra i due metalli considerati: correlazione tanto stretta da indurre a credere che esistano, in quei giacimenti, minerali argento-bismutiferi portatori della quasi totalità di entrambi i metalli.

---

<sup>(1)</sup> Per l'Arburese, poichè il numero di dati a nostra disposizione per questo distretto supera di gran lunga quello degli altri, abbiamo preferito non riportarli tutti, ma sceglierne 12 fra i più prossimi ai valori medi, e riportare in diagramma solo questi.

TAB. 2a - CARATTERISTICHE e CONTENUTO MEDIO IN ACCESSORI DEI GIACIMENTI SARDI -

N°	DISTRETTO	INCASSAMENTO	ROCCHE VULCANICHE ASSOCIATE	PARAGENESI	TIPO DI ADUNAMENTO	NATURA DEL CAMPIONE	TIPO DI MINERALNE	Ag Pb	Sb Pb	Bi Pb	As Pb	Cu Pb	Mn Pb
1	E L T H E I S I E F 7 G I	dolomie e calcarei cambrici	M.M.	Dg, L, C, Po, Zo, Ps, Zs, (B, Q, Ro, Pi, Cp, As)	colonnare	concentr. gravim. ossi-solfurato	PZ	300	1000	0-10	300-450	350	500-1000
						concentr. flottato ossi-solfurato		500-700	1000	0-10	400-650	200-700	900-1400
2		idem	idem	idem	colonnare e filoniano	conc.° di cernita solfurato	PZ	150	150	0-10		100	
						concentr.° gravim.° -solfur		150	150	0-10	0-50	100	200
						concentr.° flottato- -solfuro		800 ÷ 1700	2500	0-10	0-150	900	600
3		idem	idem	idem	filoniano	concentrato gravimetrico solfuro	PZ	3000	10'000	0-10	50-100	20'000	100
4		idem	idem	idem	colonnare	concentrato gravim.°-solfuro	PZ	500	450	0-10	450-500	400	400
						concentrato flottato-solfuro		300-800	100-1000	0-10	100-750	600	1750
5		idem	idem	idem	colonnare	concentrato di cernita-solfuro	PZ	350	400	0-10	50	200-400	
	concentrato flottato-solfuro					350		400	0-10	—	200-450		
6	idem	idem	idem	colonnare e filoniano di contatto	concentrato flottato-ossidato	PZ	850	650	0-10	100-150			
					concentrato flottato-solfuro		850	950	0-10	100-150			
7	idem	idem	idem	colonnare e filoniano	concentrato flottato-solfuro	PZ	450		0-10				
8	idem	idem	idem	colonnare	concentrato gravi- metrico-solfuro	PZ	1400						
					concentrato flot- tato-solfuro		2150						
9	alternanze di dolomie e sci- sti, calcareisti calcarei.	porfidi (P)	idem	colonnare e filoniano	campioni prele- vati direttamen- te in miniara	PZ	300						

TAB. 1 - NUMERO DI ANALISI PER PARTITA DI MINERALE -

N°	Ag	Sb	Bi	As	Cu	Mn	N°	Ag	Sb	Bi	As	Cu	Mn	N°	Ag	Sb	Bi	As	Cu	Mn
1 a	5	3	3	3	3	3	14 a	1	-	-	-	-	-	29 b	73	1	73	73	9	-
1 b	18	3	3	3	3	3	14 b	13	-	11	11	3	-	30 a	59	-	-	-	-	-
2 a	5	1	1	-	1	-	15 a	29	-	-	-	1	-	30 b	128	-	-	-	-	-
2 b	27	3	3	3	3	3	15 b	60	-	2	-	3	-	31	6	3	3	3	3	3
2 c	41	3	6	3	3	3	16	10	2	2	6	2	-	32 a	7	1	-	1	1	-
3	3	1	1	1	1	1	17	6	1	1	1	1	-	32 b	7	1	-	1	1	-
4 a	8	1	2	1	1	1	18 a	15	1	2	1	3	1	33 a	13	-	-	-	-	-
4 b	56	2	3	4	7	1	18 b	2	-	-	-	-	-	33 b	62	-	1	-	4	-
5 a	6	6	5	6	6	-	19	6	1	-	-	1	-	34 a	23	-	-	-	-	-
5 b	6	3	3	3	3	-	19 a	47	5	7	5	4	3	34 b	43	1	2	1	1	-
6 a	1	1	1	1	-	-	20 b	1	1	1	1	1	1	35	2	-	1	-	1	-
6 b	1	1	1	1	-	-	20 c	19	1	1	1	1	-	36	46	1	7	1	5	1
7	3	-	2	-	-	-	21 a	5	-	2	-	2	-	37	4	1	1	1	1	1
8 a	2	-	-	-	-	-	21 b	1	-	-	-	-	-	38	10	10	10	10	-	10
8 b	1	-	-	-	-	-	22	2	-	-	-	-	-	39 a	65	-	-	-	-	-
9	8	-	-	-	-	-	23	3	3	3	3	3	2	39 b	150	11	23	-	-	-
10 a	6	-	-	-	-	-	24	5	-	-	-	-	-	39 c	150	23	60	-	-	1
10 b	1	-	-	-	-	-	25 a	6	-	-	-	-	-	40 a	15	-	-	-	-	-
11 a	5	-	-	-	-	-	25 b	9	-	-	-	-	-	40 b	60	9	47	-	-	-
11 b	2	-	1	-	-	-	26 a	1	1	1	1	-	-	40 c	10	13	13	-	150	1
12 a	2	-	-	-	1	-	26 b	1	1	1	1	-	-	41 a	16	-	7	-	1	-
12 b	68	3	20	3	10	2	27	3	-	-	-	-	-	41 b	15	-	9	-	3	-
13 a	4	-	-	-	-	-	28	3	1	1	1	1	1	42 a	5	-	-	-	-	-
13 b	21	-	2	-	-	-	29 a	2	-	2	-	2	-	42 b	5	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>															1525	124	351	155	403	42

TAB. 2c -

N°	DISTRETTO	INCASSAMENTO	ROCCE VULCANICHE ASSOCIATE	PARAGENESI	TIPO DI ADUNAMENTO	NATURA DEL CAMPIONE	TIPO DI MINERALME	$\frac{Ag}{Pb}$	$\frac{Sb}{Pb}$	$\frac{Bi}{Pb}$	$\frac{As}{Pb}$	$\frac{Cu}{Pb}$	$\frac{Mn}{Pb}$					
19	ORIDDA	scisti arenacei ordoviciani	N.H.	Q, AS, Ps, Zs, (Pi, Cp)	filoniano	concentrato flottato-solfuri	PZ	1800	7750			7800						
$\frac{a}{20}$		dolomia e calcari cambri	graniti	Dg, L, C, AS, Po, Ps, Zo, Zs, (B, Ro, Pi, Cp, As)	colonnare	concentr. flottato ossidato	PZ	600	300-1000	0-10	0-200	150-1250	500-700					
$\frac{b}{20}$						concentr. gravim. <sup>co</sup> solfuro		250						950	0-10	100-150	400	350
$\frac{c}{20}$						concentr. flottato-solfuro		400-700						1250	0-10	300-350	1250	
$\frac{a}{21}$		scisti arenacei post-gothlandiani (?)	graniti	Q, AS, Ps, Zs, Pi, Cp, Sn, (As)	filoniano	concentr. gravim. <sup>co</sup> solfuro	SM	2000-5000		500			6700-10000					
$\frac{b}{21}$	concentr. flottato-solfuri					750												
22		idem	N.H.	Q, AS, Ps, Zs, (Pi, Cp.)	filoniano	concentrato gravim. <sup>co</sup> solfuro	PZ	200										
23	FLUMINESE	scisti arenacei ordoviciani	idem	Q, Ps, Pi, Cp, Zs, (Pr, As)	filoniano	campione prelevato direttamente in miniera	SM	650	1500-11000	20-70	100-1300	7000-16000	9000-12500					
24		dolomie e calcari cambri	idem	Po, Ps, C (Zo, L, B)	colonnare	concentrato gravimetrico ossidato	PZ	1600-6600										
$\frac{a}{25}$		contatto fra calcari cambri (?) e scisto arenacei ordoviciani	idem	C, Q, Po, Ps, (Zs, Pi, B)	filone	concentr. gravim. <sup>co</sup> ossidato	P	400										
$\frac{b}{25}$						concentr. gravim. <sup>co</sup> solfuri		500-1000										
$\frac{a}{26}$		scisti e calcari cambri	N.H.	Dg, L, C, AS, Po, Zo, Ps, Zs, (Pi, Cp)	colonnare	concentrato flottato-ossidato	PZ	650	1250									
$\frac{b}{26}$	concentr. flottato-solfuro					950		1250										
27	scisti arenacei ordoviciani	N.H.	Q, Ps, (Zs, Pi)	filone	concentrato dicer-nita-solfuro	D	500											

continua

TAB. 26.

N°	DISTRETTO	INCASSAMENTO	ROCCE VULCANICHE ASSOCIATE	PARAGENESI	TIPO DI ADUNAMENTO	NATURA DEL CAMPIONE	TIPO DI MINERALNE	$\frac{Ag}{Pb}$	$\frac{Sb}{Pb}$	$\frac{Bi}{Pb}$	$\frac{As}{Pb}$	$\frac{Cu}{Pb}$	$\frac{Mn}{Pb}$	
10	S U L C I S	a	contatto fra calcari e scisti cambrici	M.N.	Q, C, Ps, (B)	filoniano al contatto	concentrato di ceri- ta-solfuro	P						
b		concentrato flotta- to-solfuro												200
11		a	alternanze di dolomie e scisti, calcascisti, calcari	idem	Q, Ps, Zs, Pi, As (Cp, Fe, As)	lenti o rosario	concentrato di cer- nita-solfuro	SM			450			
b		concentrato flotta- to-solfuro												
12		a	calcari meta- morfici cam- brici	idem	idem	colonnare	concentrato di cer- nita-solfuro	SM					45'000	
b		concentrato flotta- to-solfuro												
13		a	calcari cambrici	idem	B, C, Ps, (Q, Zs, Pi, Cp)	idem	concentrato di cer- nita-solfuro	P			0-10			
b		concentrato flotta- to-solfuro												
14		a	idem	idem	idem	filoniano di contatto	concentrato di cer- nita-solfuro	P			0-10	200-350	4100	
b		concentrato flotta- to-solfuro												
15		a	idem	idem	idem	colonnare e filoniano di contatto	concentrato di cer- nita-solfuro	P			0-10		500	
b		concentrato flotta- to-solfuro												
16	ORIDDA	calcari me- tamorfici cambrici	graniti	Q, L, C, Po, Ps, Zs, (Zo, Ro, Cp, Pi, Pr, As, F, B, Td)	colonnare	concentrato flot- tato ossi-solfuro	PZ	550	900-1500	0-20	1400-19'500	700-1500		
17		idem	idem	idem	colonnare	concentrato flottato-ossidato	PZ	650	0-100	0-10	0-50	850		
18		a	dolomie e calcari cam- brici	idem	Dg, C, Zs, Ps, Q, B, (L, Zo, Po, As)	colonnare	concentrato gravi- metrico-solfuro	PZ	350	6250	0-10	1850	150	200
b	concentrato flotta- to-solfuro	350												

continua

TAB. 2e.

N°	DISTRETTO	INCASSAMENTO	ROCCHE VULCANICHE ASSOCIATE	PARAGENESI	TIPO DI ADUNAMENTO	NATURA DEL CAMPIONE	TIPO DI MINERAL. <sup>MS</sup>	$\frac{Ag}{Pb}$	$\frac{Sb}{Pb}$	$\frac{Bi}{Pb}$	$\frac{As}{Pb}$	$\frac{Cu}{Pb}$	$\frac{Mn}{Pb}$	
37	BARONIE	scisti gothlandiani (?)	graniti	Q, AS, P <sub>3</sub> , Z <sub>s</sub> , (P <sub>i</sub> , Cp, As)	filoniano	campioni prelevati direttamente in miniera	PZ	100-400	850	100	0-50	75	3000	
38	MURRA	scisti siluriani	N.N.	Q, AS, P <sub>3</sub> , Z <sub>s</sub> , (P <sub>i</sub> , Cp, Sb, Td, Bn, B)	filoniano	concentrato flottato solfuro	PZ	1500	50'000-62'000	0-10	200		200	
39 a	ARBURSESE	scisti e granarie post gothlandiane e porfiroidi	graniti, porfidi, porfiriti	Q, AS, P <sub>3</sub> , Z <sub>s</sub> , (P <sub>i</sub> , Cp, B, C, Po, As, Zo, Td)	filoniano	concentr. di cernita solfuro	PZ	550				} 20.000		
39 b						concentr. gravim. solfuro		650	3800	29-75				
39 c						concentr. flottato solfuro		750	3500-5500	49-100			1150	
40 a		idem	idem	idem	filoniano	concentrato grav. solfuro	PZ	100-1100						
40 b						concentr. flottato solfuro		550	3500	24-165				
40 c						concentr. flottato ossidato		450	2000	24-48		15000	300	
41 a	idem	idem	idem	filoniano	concentr. gravim. solfuro	PZ	400-700		60		100			
41 b					concentr. flottato solfuro		700-900		120		27'300-47'500			
42 a	idem	idem	idem	filoniano	concentr. gravim. solfuro	PZ	450							
42 b					concentr. flottato solfuro		500							

— SIMBOLI PER LA TABELLA —

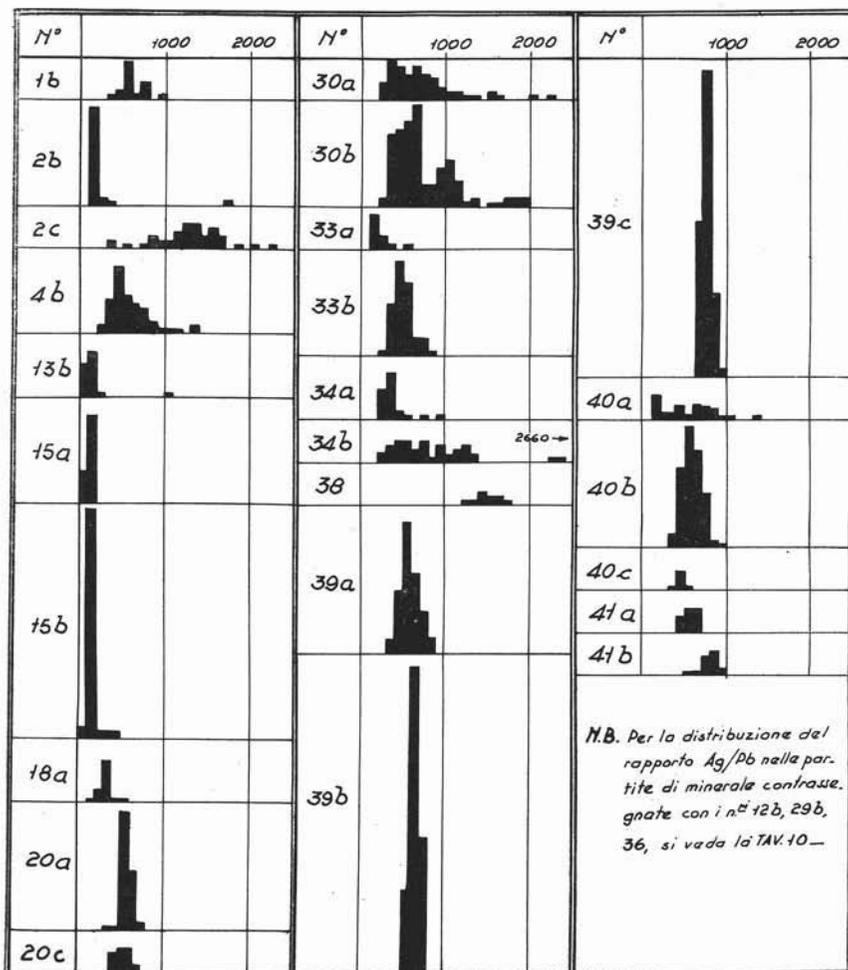
MINERALI METALLICI		GANGHE		TIPI DI ADUNAMENTO:	
P <sub>s</sub> = galena	R <sub>o</sub> = ossidati di rame	Q = quarzo	AS = ancherite-siderite	P = essenzialmente piombifero	
Z <sub>s</sub> = blenda	Fe = ematite, magnetite	B = barite	W = witerite	PZ = piombo-zincifero	
P <sub>i</sub> = pirite	Sn = cassiterite	F = fluorite	Dg = dolomia gialla ferruginosa	SM = a solfuri misti piombo-zinco-ferro-cupriferi	
Pr = pirrotina	Sb = stibina	C = calcite	L = ossidi secondari di ferro		
Cp = calcopirite	Td = tetraedrite				
As = minerali arsenicali	Bn = bournonite				
Po = ossidati di piombo					
Zo = ossidati di zinco					

TAB 2d.

N°	DISTRETTO	INCASSAMENTO	ROCCHE VULCANICHE ASSOCIATE	PARAGENESI	TIPO DI ADUNAMENTO	NATURA DEL CAMPIONE	TIPO DI MINERALI <sup>ME</sup>	$\frac{Ag}{Pb}$	$\frac{Sb}{Pb}$	$\frac{Bi}{Pb}$	$\frac{As}{Pb}$	$\frac{Cu}{Pb}$	$\frac{Mn}{Pb}$	
28	FLUMINESE	calcani cambrici	H.N.	Q, B, Ps, (Pi, Cp, Zs)	filoniano	concentrato di cernita-solfuro	D	650	1250	150	0-50	2000	100	
29		idem	idem	Q, Pi, Ps, Zs, As, Cp, F, (B, C)	filoniano al contatto	concentr. di cernita solfuro	SM	1250		2600		17000		
b						concentrato flottato- solfuro			1200-3200	2250	2500-5000	250-800	11500-24000	
30		idem (?)	idem	Q, B, C, Ps, (Zs, Po, Zo, F, Pi)	colonne e filoni	concentrato grav. <sup>co</sup> ossidato	P	300-1000						
b						concentrato grav. <sup>co</sup> solfuro			300-1200					
31		SARRABUEGERREI	scisti arena- cei e porfiroidi	graniti	Q, AS, Ps, Zs, (Pi, Cp, B, F, Bn, Td)	filoniano	campione prele- vato direttamen- te in miniera	PZ	100-350	350	0-10	0-100	100-2500	200-21000
32	idem		idem	Q, B, Ps, (Zs, Pi, W)	filoniano	concentrato di cernita-solfuro	P	150	50		0-50	450		
b						concentrato flottato- solfuro			150	50		0-50	250	
33	idem		idem	F, Q, B, Ps (Zs, Pi)	filoniano	concentrato di cer- nita-solfuro	P	200					1250-2750	
b		concentrato flottato solfuro						300-600		0-10				
34	BARBAGIA	scisti gothlandiani	porfidi, graniti	Q, F, Ps, (C, B, Zs, Pi, Cp)	filoniano	concentrato grav. <sup>co</sup> solfuro	P	200-400						
b						concentrato flottato- solfuro			300-1300	1100	40	150	750	
35	OGLIASTRA	scisti siluriani (?)	graniti, porfidi	Q, Ps, Zs, (C, B, Pi, F)	filoniano	concentrato gravimetrico solfuro	PZ	200		250		6000		
36	SARCIDANO	scisti e cal- cari gothlan- diani metam.	H.N.	Pi, Cp, Pr, Zs, Ps, Fe, Q, As	lenti	concentrato flottato- solfuro	SM	800-1800	2750	600-1700	1250	16000- 80000	1000	

**TAV. 3 - INFLUENZA DEL TIPO DI MINERALIZZAZIONE SUL CONTENUTO IN Ag, Sb, Bi -**

	g/ton	P	PZ	SM	
Ag: Pb	500	13	18	2	
	1000	5	17	4	
	1500	1	3	2	
	2000	1	1	-	
	2500	-	1	1	
	3000	-	1	-	
	>3000	-	1	1	
	Sb: Pb	500	2	7	-
		1000	-	8	1
2500		2	6	1	
5000		-	3	1	
7500		-	1	1	
10'000		-	2	-	
>10'000		-	1	-	
Bi: Pb		10	4	21	-
		100	1	6	1
	250	1	2	-	
	500	-	-	2	
	1000	-	-	1	
	2000	-	-	1	
	>2000	-	-	2	

TAV. 4. ALCUNE DISTRIBUZIONI DEL RAPPORTO  $Ag/Pb$  [g/t]

TAB. 5 - CORRELAZIONE FRA Pb, Zn, Ag, NEL SARRABUS: UN ESEMPIO DI CALCOLO E RISULTATI SECONDO IL METODO DI SPEARMAN.

CAMP.	DATI			RANGHI			Pb-Zn		Pb-Ag		Zn-Ag		
	N°	Pb%	Zn%	Ag%	Pb	Zn	Ag	D	D <sup>2</sup>	D	D <sup>2</sup>	D	D <sup>2</sup>
1	0.37	3.60	716	4.5	9	11	4.5	20.25	6.5	42.25	2	4	
2	0.48	2.70	90	6	6.5	8	0.5	0.25	2	4	1.5	2.25	
3	0.37	1.20	tr.	4.5	3	4	1.5	2.25	0.5	0.25	1	1	
4	0.90	0.62	"	10	1	4	9	81	6	36	3	9	
5	0.26	1.90	"	3	5	4	2	4	1	1	1	1	
6	0.20	2.70	"	1	6.5	4	5.5	30.25	3	9	2.5	6.25	
7	0.64	4.30	"	8	10	4	2	4	4	16	6	36	
8	0.24	3.00	"	2	8	4	6	36	2	4	4	16	
9	0.89	5.20	400	9	11	10	2	4	1	1	1	1	
10	2.50	0.85	tr.	11	2	4	9	81	7	49	2	4	
11	0.52	1.70	190	7	4	9	3	9	2	4	5	25	
							272			166.50			105

$$Pb-Zn : r_s = 1 - \frac{6 \times 272}{11(121-1)} = 1 - \frac{1632}{1320} = 1 - 1,235 = -0,235 \quad \underline{\text{NO}}$$

$$Pb-Ag : r_s = 1 - \frac{6 \times 166.50}{11(121-1)} = 1 - \frac{1000}{1320} = 1 - 0,757 = 0,243 \quad "$$

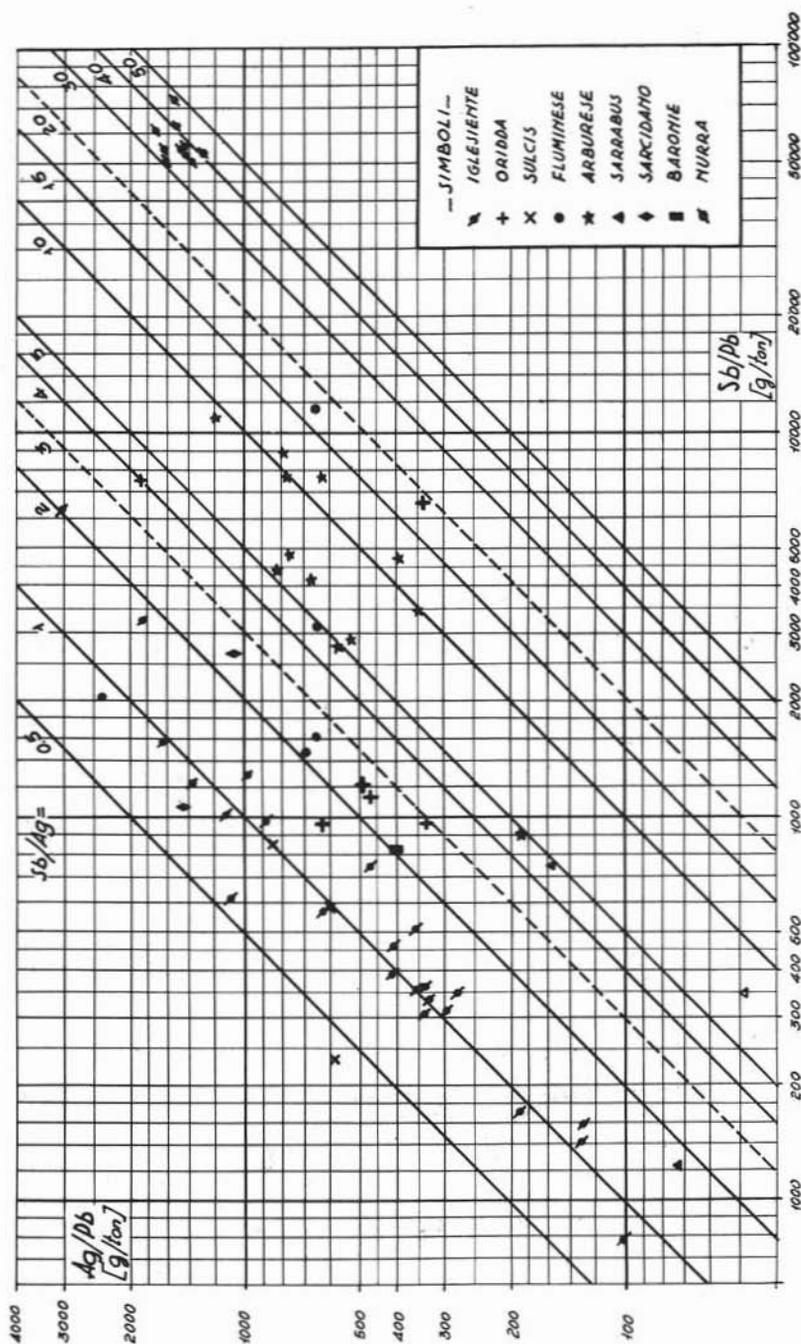
$$Zn-Ag : r_s = 1 - \frac{6 \times 105}{1320} = 1 - \frac{630}{1320} = 1 - 0,478 = 0,522 \quad "$$

RIASSUNTO	BACCU ARRODAS		MASALOMI	
	zona ricca Ag 1-18*	zona pov. Ag 19-45	zona ricca Ag 1-11	zona pov. Ag 12-35
Pb-Zn	si **	si **	no	si **
Pb-Ag	si **	si *	no	no
Zn-Ag	si **	si **	no	si *

\* Q.C. 90%

\*\* Q.C. 98%

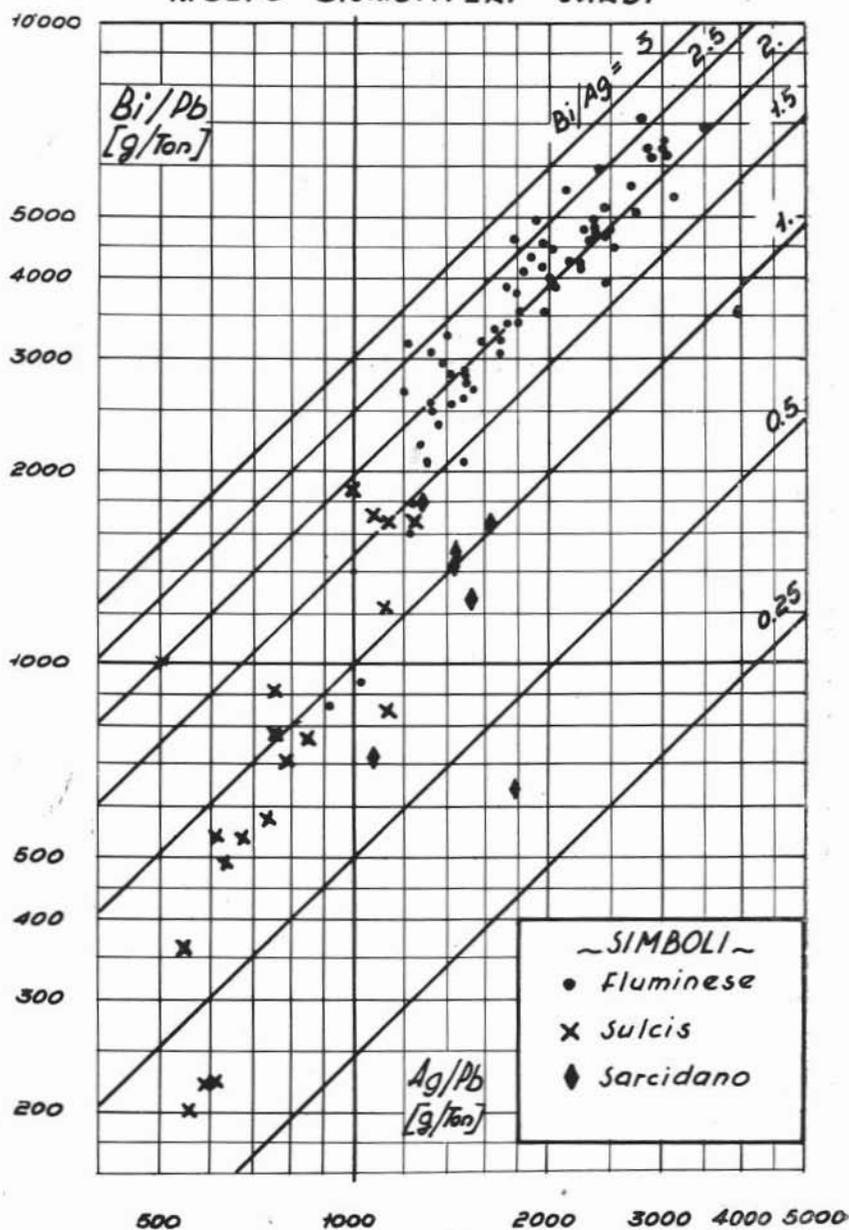
TAV. 6 - CORRELAZIONE Ag-Sb NEI VARI DISCRETI DIOMBIFERI SARDI



TAV. 7 - RIPARTIZIONE DEI DISTRETTI E DEGLI INCASSAMENTI  
A SECONDA DEL VALORE DEL RAPPORTO Sb/Ag

	Sb/Ag	< 3	3 ÷ 20	> 20	Totale
DISTRETTI	Iglesiente	21	1	—	23
	Oridda	5	1	—	6
	Sulcis	3	—	—	3
	Fluminese	4	—	—	6
	Sarcidano	2	—	—	2
	Barbagia	1	—	—	1
	Baronie	1	—	—	1
	Sarrabus	1	2	—	3
	Arburese	—	12	—	12
	Nurra	—	—	10	10
	<b>TOTALE</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>66</b>
INCASSAMENTO	Carbonatico	25	2	—	27
	Scistoso	5	16	10	31
	Metamorfico	8	—	—	8
	<b>TOTALE</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>66</b>

TAV 8 - CORRELAZIONE Ag-Bi NEI GIACIMENTI  
MOLTO BISMUTIFERI SARDI



TAV. 9 - FREQUENZE DEL RAPPORTO  $Bi/Ag$  NEI GIACIMENTI MOLTO BISMUTIFERI SARDI. —

$Bi/Ag$	FLUMINESE	SULCIS	SARCIDANO
0		3	1
1	2	7	4
2	2	8	2
3	39	2	
4	26		
5	4		
tot.	73	20	7

TAV. 10. FREQUENZE DEI RAPPORTI  $Ag/Pb$  e  $Bi/Pb$  NEI GIACIMENTI MOLTO BISMUTIFERI

$Ag/Pb$	FLUMINESE _29b_	SULCIS _12b_	SARCIDANO _36_	$Bi/Pb$	FLUMINESE _29b_	SULCIS _12b_	SARCIDANO _36_
1000				1000			
2000				2000			
3000				3000			
4000				4000			
5000				5000			
6000				6000			
7000				7000			
tot.	73	68	46		73	20	7

E' notevole che a conforto di questa deduzione stia la constatazione fatta dai vecchi minatori che lavoravano nei giacimenti esaminati; essi notavano che spingendo la concentrazione gravimetrica della galena per ricavare un mercantile ad alto tenore in Pb, si otteneva conseguentemente un abbassamento di tenore in Ag nel mercantile prodotto. Già da ciò è evidente che l'Ag non può essere, in quei giacimenti, legato al Pb, ma ad altri minerali a peso specifico diverso dalla galena.

Si noti che, dopo che si passò all'arricchimento per flottazione, si ottennero concentrati piombiferi con tenore in Pb dell'ordine di 55-60% (contro il 45% dei metodi gravimetrici), e con tenore in Ag dell'ordine dei 1.000 g/Tonn. (contro i 700 g/Tonn. dei metodi gravimetrici).

Poichè il rapporto Ag/Pb è praticamente lo stesso nei vecchi concentrati gravimetrici e negli attuali concentrati per flottazione ( $\frac{700}{45\%} = 1560$  g/Tonn. nei primi, e  $\frac{1000}{60\%} \div \frac{1000}{55\%} = 1670 \div 1820$  g/Tonn. nei secondi), si può ritenere che il materiale prodotto dalla miniera non sia sostanzialmente cambiato, e — inoltre — che il lieve maggior contenuto in Ag dei concentrati per flottazione dipenda dalla « grana » del materiale, secondo quanto abbiamo precedentemente illustrato.

Se si calcolano i rapporti Bi/Ag per i giacimenti esaminati, e se ne costruiscono gli istogrammi (vedi Tav. 9), si nota che tale rapporto non è lo stesso per tutti i giacimenti. Ne deriva che la legge di correlazione per la coppia Bi — Ag non può essere nè unica, nè così semplice come si potrebbe essere indotti a credere osservando la Tav. 8.

In particolare si nota una netta dominante intorno al 2 per i giacimenti bismutiferi del Fluminense ed intorno all'1 per gli analoghi giacimenti del Sulcis. Minor contrasto presenta invece la dominante del Sarcidano.

Si calcola facilmente che i rapporti 1 e 2 fra quantità in peso di Bi e di Ag, corrispondono a rapporti di circa 0,5 — 1 fra grammi-atomo degli stessi metalli; si è quindi indotti a credere che i minerali portatori di Bi ed Ag debbano contenere gruppi del tipo (Bi Ag<sub>2</sub>) o (Bi Ag), rispettivamente.

Se si costruiscono gli istogrammi dei rapporti Ag/Pb e Bi/Pb per i giacimenti altamente bismutiferi, si nota che essi risultano appiattiti

o plurimodali (Vedi Tav. 10): ciò sembra confermare la mancanza di una correlazione semplice fra le galene e i due accessori citati.

Per inciso facciamo presente che anche l'istogramma del rapporto As/Pb, da noi costruito, per questi giacimenti, risulta appiattito e senza dominanti marcate.

Per la coppia Ag — As i dati a nostra disposizione indicano mancanza di correlazione; in particolare va rilevato che ciò vale per i giacimenti ad alto tenore in bismuto.

Per la coppia Sb — Bi ci mancano, purtroppo, i dati relativi all'antimonio per le galene altamente bismutifere.

Per le altre galene non sembra esistere correlazione fra i due metalli.

E' ovvio che se le correlazioni da noi illustrate fra Ag ed Sb e fra Ag e Bi fossero rigide, dovrebbe — per transitiva — sussistere anche una correlazione rigida fra Sb e Bi. Ma essendo tale correlazione puramente statistica, la transitiva non vale più, inquantochè interviene la dispersione dei valori a falsare i rapporti stessi.

Con i dati a nostra disposizione non abbiamo rilevato correlazione fra Sb ed As e fra Bi ed As; in particolare ciò vale per i giacimenti ad alto tenore in Bi.

*Cagliari, Istituto di Giacimenti Minerari dell'Università.*

*Montevecchio, Centro Studi geo-minerari.*

*Torino, Centro Ricerche metallurgiche.*

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) BIANCHINI A., SALVADORI I., ZUFFARDI P., *Contributo alla conoscenza del giacimento di Montevecchio: gli elementi accessori della galena. - Nota I<sup>a</sup>: Studio statistico dei mercantili.* Rend. Soc. Min. Ital., Anno XVI, Pavia, 1960.
- (2) BIANCHINI A., SALVADORI I., ZUFFARDI P., *Contributo alla conoscenza del giacimento di Montevecchio: gli elementi accessori della galena. - Nota II<sup>a</sup>: Studio statistico di campioni prelevati nel giacimento.* Rend. Soc. Min. Ital., Anno XVI, Pavia, 1960.
- (3) DE CASTRO C., *Descrizione geologico-mineraria della zona argentifera del Sarabus (Sardegna).* Mem. descrittive della Carta Geol. d'Italia, vol. V, Roma, 1890.

- (4) PIEPOLI P., *Étude microscopique de quelques minerais des filons argentifères du Sarrabus (Sardaigne)*. Bull. Soc. Fr. de Min., LVI, Parigi, 1933.
- (5) PIEPOLI P., *L'indagine microscopica nello studio dei minerali metallici e dei loro giacimenti*. Ind. Min., IX, n. 11, Roma, 1935.
- (6) SALVADORI I., *Segnalazione di una manifestazione a molibdenite nella zona di Villacidro. Contributo alla conoscenza delle mineralizzazioni a molibdeno in Sardegna*. Ass. Min. Sarda, vol. LXIII, n. 5-6, Iglesias, 1959.
- (7) TRAVERSO G. B., *Di alcune specie minerali rinvenute nel giacimento a minerali d'argento del Sarrabus*. Roma, 1881.
- (8) TRAVERSO G. B., *Giacimenti a minerali d'argento del Sarrabus*. Roma, 1887.
- (9) TRAVERSO G. B., *Il Sarrabus e i suoi minerali*. N. Jahrb. f. Min., 2, Stuttgart, 1899.
- (10) TRAVERSO G. B., *Le miniere d'argento in Sardegna*. Alba, 1899.
- (11) TRAVERSO G. B., *Nota sulla geologia e sui giacimenti argentiferi del Sarrabus*. Torino, 1890.
- (12) ZUFFARDI P., *Su una nuova segnalazione di cassiterite in Sardegna e sulla presenza di tracce di stagno in alcuni adunamenti idrotermali sardi*. Ass. Min. Sarda, vol. LXII, n. 4, Iglesias, 1958.