

CARLO MARINI*, MARIA FELICITA MELIS*

LE MINERALIZZAZIONI STRATIFORMI A SOLFURI MISTI DELLA SERIE PALEOZOICA DEL FLUMINESE (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE). NOTA I**

RIASSUNTO. — Questa nota costituisce la parte preliminare di uno studio più generale che dovrà indagare sulle caratteristiche giacimentologiche della sequenza paleozoica post-cambrica della Sardegna sud-occidentale. Le caratteristiche geogiacimentologiche dell'area presentano un'apparente analogia con le mineralizzazioni a solfuri misti della Sardegna centro-orientale, ma se ne differenziano per alcuni caratteri:

- 1) serie sedimentaria molto più ridotta;
- 2) dimensioni dei corpi mineralizzati più limitate;
- 3) vulcanismo esiguo e di incerta collocazione stratigrafica.

Le analisi geochemiche di alcuni elementi metallici nella serie incassante e nell'orizzonte mineralizzato, oltre ad indicare una certa analogia di distribuzione, hanno mostrato, per la mineralizzazione, tenori variabili dell'ordine di 0,2 % in Pb, 1,4 % in Zn, 0,06 % in Cu e circa 10 % in Fe, e inoltre valori interessanti di Cd, Ag, Ni, Co e Cr. I dati analitici e di campagna sono ancora insufficienti per formulare conclusioni genetiche; si può proporre, come ipotesi di lavoro, una genesi vulcano-sedimentare con rimobilizzazione da fasi idrotermali posteriori, intorno alla quale impostare il prosieguo delle ricerche.

ABSTRACT. — This report represents a preliminary approach to the characteristics of ore deposits in the Ordovician-Silurian-Devonian sequence of southern Sardinia. Some comparisons with the central Sardinia mineralization (Funtana Raminosa type) are given. This comparison reworks the following differences and similarities:

- 1) reduced thickness of the sedimentary sequence in the southern Sardinia;
- 2) reduced size of ore bodies;
- 3) the same stratigraphic position of the ore-bearing horizon;
- 4) reduction and uncertain stratigraphic position of the volcanism.

The analysis of ore-bearing horizon (which consists of a quartz-epidote-calcite-chlorite rock along with minor amount of amphiboles) showed variable contents of Pb (about 0.2 %), Zn (about 1.4 %), Cu (about 0.06 %) and Fe (about 10 %), apart different but sometime interesting contents of Cd, Ag, Ni, Co, Cr. The genesis of the ore-deposits is believed to be volcanic sedimentary, the stratigraphic position at the boundary between Silurian and Devonian. The ores (and the host rock) have been reworked and metamorphosed by the Hercynian granitic intrusion.

1. Introduzione

Nell'ambito delle ricerche che l'Istituto di Giacimenti Minerari dell'Università di Cagliari svolge da diversi anni sui giacimenti sardi (GARBARINO et al., 1977-80),

* Centro Studi Geominerari e Mineralurgici del C.N.R., Istituto di Giacimenti Minerari, Geofisica e Scienze Geologiche della facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari. ** Lavoro eseguito col contributo del C.N.R. nell'ambito del Centro Studi Geominerari e Mineralurgici del C.N.R.

sono state studiate le mineralizzazioni stratiformi a Fe-Zn-Pb e subordinato Cu di Medau Ganoppi (Fluminimaggiore - Sardegna sud-occidentale).

Questa nota costituisce una comunicazione preliminare di uno studio più generale che dovrà indagare sulle caratteristiche dei giacimenti insediati nella serie paleozoica post-cambrica della Sardegna meridionale, dal Fluminese al Sulcis.

La letteratura giacimentologica dell'area in esame è piuttosto limitata. Il primo autore che si è occupato delle mineralizzazioni dell'Arburese e del Fluminese è DESSAU (1936) che fa un minuzioso esame dei numerosi giacimenti filoniani a Ni-Co, presenti nella parte meridionale dell'aureola metamorfica del batolite granitico dell'Arburese.

Più recentemente SOLA (1968) ha effettuato uno studio esauriente della minero-genesi della zona in esame, distinguendo le mineralizzazioni di tipo filoniano da quelle stratoidee associate ai banchi carbonatici. Altri Autori che si sono occupati di aree contermini sono SALVADORI e ZUFFARDI (1955) per la zona intorno alle vicine miniere di Pb-Zn di M.te Cidrò, Nieddoris e Acqua Bona.

2. Lineamenti geologici

La letteratura geologica della zona è particolarmente ricca: dai primi lavori di TARICCO (1922-26) ai più recenti di SERPAGLI (1967-71-78), per citarne solo alcuni. La ricchezza di affioramenti fossiliferi ha fatto di questa zona un'area classica per la stratigrafia del Paleozoico.

La sequenza stratigrafica, interrotta e molto disturbata tettonicamente, può essere schematizzata come segue:

- 1) Ordoviciano medio (potenza circa 350 m), costituito dalla classica «puddinga», spesso in facies micropuddingoide, che sfuma verso l'alto e/o in eteropia con argilloscisti varicolori;
- 2) Ordoviciano superiore (circa 250 m): arenarie grigie e verdastre riccamente fossilifere, passanti verso l'alto a marne ricche in crinoidi e spesso intensamente silicizzate; nella parte alta sono presenti sottili livelli siltoso-argillosi con notevoli concentrazioni di Fe e Mn (cineriti? di COCOZZA e LEONE, 1978; MAXIA, 1977). Non sono stati invece ritrovati ancora in zona depositi vulcanoclastici ricollegabili alle metabasiti di BECCALUVA et al. (1981);
- 3) Siluriano: orizzonte, poco potente (circa 40 m) e talora mancante, di argilloscisti neri e subordinate liditi intercalati a calcari neri ad associazione ortoceras-graptoliti;
- 4) Devonico inferiore: calcari grigi a sottili intercalazioni argillose e argilloscisti grigi e biancastri con associazione tentaculitidi-crinoidi (potenza circa 50 m);
- 5) andesiti sottostanti al «Postgotlandiano» (BECCALUVA et al., *op. cit.*);
- 6) «Postgotlandiano»: arenarie, quarziti, talora conglomeratiche (600 m circa).

L'assetto strutturale della sequenza è alquanto complesso e dominato da pieghe strette e talora coricate legate all'orogenesi ercinica (COCOZZA et al., 1980). Sono presenti anche faglie di diverse direzioni ed età: sicuramente sono presenti anche

faglie di età paleozoica riprese durante il ciclo alpino. Come già messo in luce da COCOZZA et al. (1974) la serie sedimentaria sopra descritta presenta potenze complessive di molto inferiori a quelle riscontrate nella parte orientale della Sardegna, valutabili a 7000 m circa.

3. Lineamenti petrografici e geochimici

3.1. Caratteri petrografici

Le caratteristiche petrografiche dei principali litotipi delle diverse formazioni, tranne quelle affioranti in prossimità del « granito » arburese (aureola metamorfica), rivelano una composizione mineralogica e tessiturale tipica di un'avanzata diagenesi ai limiti dell'anchimetamorfismo.

La formazione ordoviciana presenta tre litotipi fondamentali: puddinghe (anageniti auct.), arenarie più o meno siltitiche e argilloscisti. Il conglomerato basale si presenta costituito da clasti ad alto indice di elaborazione, generalmente argilloscisti, più raramente calcarei e dolomitici, a cemento argilloso-ferruginoso.

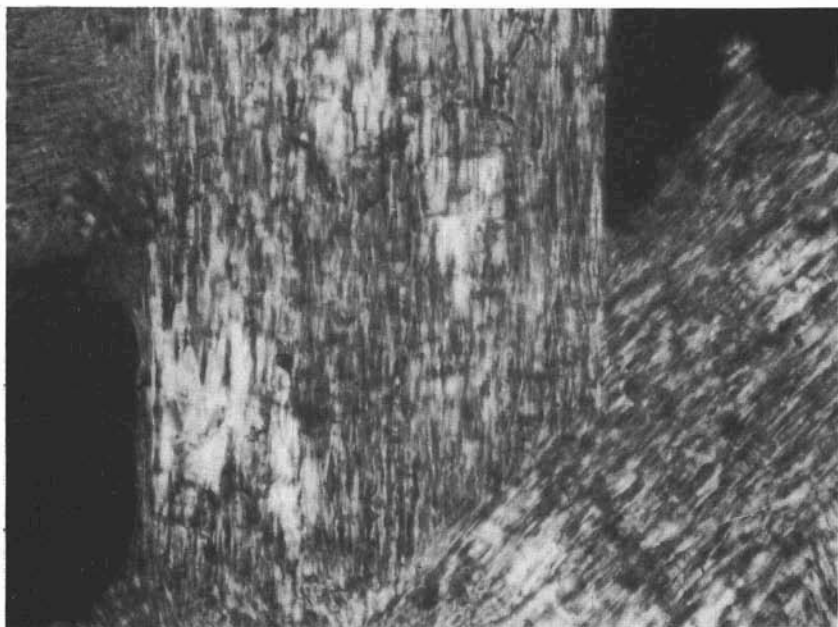
Sono presenti poi tutti i passaggi da arenarie a siltiti e ad argilloscisti. Predominano le arenarie quarzoso-sericitiche da fini a molto fini, mature, grigio-verdi chiare, con abbondante matrice siltoso-argillosa (caratteri che ci permettono di classificarle come quarzoareniti); subordinate a queste sono le arenarie litiche. Al passaggio tra l'Ordoviciano e il Siluriano si trovano livelli che a occhio nudo sembrano argilloscisti, ma che al microscopio rivelano una composizione a predominante clorite (quasi il 90 % dell'intera sezione), associata ad epidoto. La clorite può essere interpretata come trasformazione di elementi femici di originarie rocce vulcaniche a carattere basico e/o intermedio, per cui questi litotipi presentano le caratteristiche delle tufiti (fig. 1a).

I litotipi predominanti del Siluriano sono argilloscisti neri e calcari neri. Gli argilloscisti neri, fittamente fogliettati, sono in parte carboniosi e a composizione prevalentemente pelitica. I calcari sono riconducibili a micriti debolmente argillose con grani bioclastici (ortoceras e graptoliti interi o in frammenti).

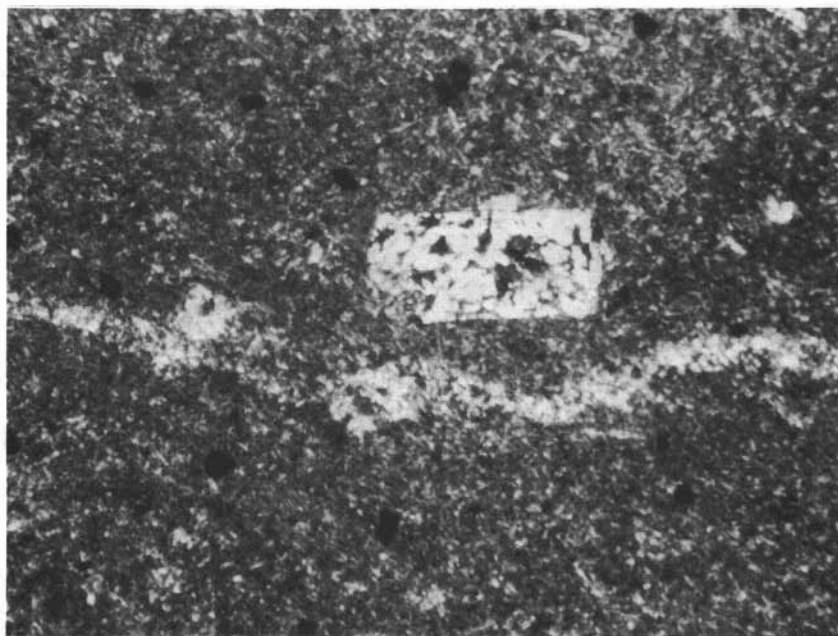
Per i litotipi devoniani valgono le descrizioni fatte per il Siluriano con la differenza che il colore dominante non è più il nero, bensì il grigio a testimonianza di un cambiamento dell'ambiente verso condizioni meno riducenti. Questi calcari, in più presentano spesso un aspetto a « lastrine » (così li definirono i primi rilevatori del Servizio Geologico d'Italia), caratterizzati da alternanze di letti calcarei più spessi (circa 20 cm) con letti argillosi meno spessi (1-2 cm). I calcari devonici, più potenti di quelli silurici, presentano inoltre fitte alternanze di livelli micritico-marnosi a bioclasti (tentaculitidi e crinoidi) con livelli di calcite spatica.

Il « Postgotlandiano » è caratterizzato da una monotona serie di arenarie quarzose in ritmiche alternanze con siltiti e argilliti (BARCA e MARINI, 1979).

Per quanto riguarda i litotipi francamente vulcanici è noto l'affioramento di andesite (COCOZZA e LEONE, *op. cit.*; BECCALUVA et al., *op. cit.*) lungo la statale che collega Fluminimaggiore ad Arbus (presso il passo di Bidderdi). Si tratta di un



a)



b)

Fig. 1. — *a*) Clorite pseudomorfa, prodotto di trasformazione di elementi femici. Solo polarizz. 190 x
b) Fenocristallo plagioclasico, in via di alterazione, immerso in una pasta di fondo microcristallina. Solo polarizz. 190 x.

ammasso cupoliforme, visibile in affioramento per un centinaio di metri circa, di collocazione stratigrafica incerta (dal Silurico alto al Devonico medio). In sezione sottile appare costituita da qualche raro fenocristallo di plagioclasio, tipo andesina al 32-35 % di An ($\wedge$ max. in zona simmetrica per geminati albite 22°-23°), spesso alterato e più rari femici mal definibili per l'avanzato stato di trasformazione in clorite, immersi in una matrice microcristallina plagioclasico-cloritica (vedi fig. 1 b).

3.2. Caratteri geochimici

Nell'area circostante il giacimento, per un raggio medio di circa 5 chilometri, è stata effettuata una campionatura geochimica su campioni di roccia affiorante lungo la serie ordoviciano-silurico-devonica inf. atta a verificare, in prima approssimazione, la distribuzione di alcuni elementi. Si è preferito eseguire una campionatura di questo tipo, anziché la classica campionatura a maglia, in quanto si è voluto indagare sulle variazioni di contenuto in certi elementi metallici in funzione della sequenza stratigrafica. Riconosciamo che questa campionatura presenta certi limiti sia per le difficoltà riscontrate nel campionare serie stratigrafiche che non sono continue e complete, in quanto, come è noto, il Paleozoico sardo si presenta alquanto scompaginato, interrotto e comunque disturbato da numerose fasi tettoniche ed erosive; sia anche per l'insufficiente numero di campioni analizzati per quanto riguarda il Siluriano e il Devoniano (che peraltro sono meno potenti complessivamente della sequenza ordoviciano). Nonostante ciò, in questa sede, si sono voluti comunicare i primi dati raccolti e le relative considerazioni di carattere ancora generale, che verranno completati col prosieguo della campionatura sia nell'area in esame che nelle aree più a sud.

Le analisi geochimiche sono state eseguite con spettrofotometro ad assorbimento atomico Perkin Elmer (¹). Si precisa che per il calcolo del background, nel caso in cui la concentrazione dell'elemento dava un segnale compreso tra l'1 % di assorbanza e il doppio, si esprimeva come tracce e nel calcolo si è usato il valore di concentrazione minima che dava l'1 % di assorbanza per ciascun elemento.

Come si vede in tabella 1, il Pb presenta un background all'incirca simile nelle diverse formazioni; mentre rispetto alle medie mondiali, per rocce analoghe (20 ppm, cfr. GRANIER, 1975) (²) i valori sono più che doppi. Per quanto riguarda lo Zn, oltre a raggiungere valori di fondo molto più alti, rispetto sempre a quelli mondiali (80 ppm), presenta una distribuzione più varia: nel Silurico, in particolare, ha valori molto più bassi rispetto alle altre formazioni. Il Cu, contrariamente ai metalli precedenti, ha valori di fondo inferiori (circa la metà) delle medie mondiali (57 ppm). Per quanto riguarda l'Ag e il Cd, l'altissima percentuale di campioni « non detected » non ci ha permesso di calcolare il background; si può comunque

(¹) Ha eseguito le analisi il Sig. Rivoldini dell'Istituto di Giacimenti Minerari di Cagliari, che si ringrazia vivamente per la collaborazione.

(²) Questi valori mondiali sono presi in considerazione solo per avere indicazioni di carattere generale, in quanto non esistono tenori di fondo (direttamente confrontabili) relativi alla Sardegna, pur consci della non completa validità di tale confronto in termini statistici.

TABELLA 1
Analisi geochemiche della sequenza ordoviciano-siluriano-devoniana

Elem. n° Camp.	n° Camp. scartati	Valori di Fondo	Coeff. di dispers.	Valori di Fondo Mond.	
Ordoviciano medio					
Pb	45	10	42.37	0.78	20
Zn	45	1	377.95	0.74	80
Cu	45	5	22.72	0.76	57
Ag	4	--	--	--	0.9
Cd	6	--	--	--	0.3
Ni	42	--	29	--	85
Ordoviciano sup.					
Pb	20	5	51	0.71	20
Zn	20	5	233.86	0.52	80
Cu	20	2	28	0.40	57
Ag	4	--	--	--	0.9
Cd	5	--	--	--	0.3
Ni	19	--	22.63	--	85
Siluriano					
Pb	7	1	35.83	0.74	20
Zn	7	3	141	0.27	80
Cu	7	2	36.6	0.38	57
Ag	3	--	--	--	0.9
Cd	4	--	--	--	0.3
Ni	7	--	30.68	--	85
Devonico inf.					
Pb	4	1	56.66	0.68	20
Zn	4	2	272.5	0.09	80
Cu	4	1	24.33	0.68	57
Ag	3	--	--	--	0.9
Cd	3	--	--	--	0.3
Ni	4	1	35	0.49	85

Valori espressi in ppm; -- = non determinato.

dire che nella serie presa in considerazione questi due elementi compaiono in quantità estremamente piccole. Va altresì sottolineato che i limiti di rivelabilità dello strumento sono al di sopra del background mondiale. Per il Ni vale lo stesso discorso fatto per il Cu in quanto i valori da noi ottenuti sono circa un terzo dei valori mondiali (85 ppm).

Per quanto riguarda le variazioni di contenuto nelle diverse formazioni, mentre il Pb e il Cu presentano deboli oscillazioni, lo Zn presenta una curva distributiva molto variabile (da un massimo di 377,95 ppm nell'Ordoviciano medio a un minimo di 141 ppm nel Silurico).

4. Le mineralizzazioni di Medau Ganoppi

4.1. *Caratteri strutturali della mineralizzazione*

Nella fig. 2 è rappresentato uno schema geo-giacimentologico delle mineralizzazioni comprese tra le località di Perda S'Oliu e Medau Ganoppi. Le mineralizzazioni stratiformi di Medau Ganoppi (dal toponimo dell'affioramento più esteso) sono state oggetto, in passato, di coltivazione a più riprese, da parte di diverse compagnie minerarie. Localizzate sempre a letto di banchi calcarei del Devonico inferiore, affiorano, con maggior estensione, nella dorsale che da Medau Ganoppi scende lungo Schina S'Arrideli, con diverse soluzioni di continuità, dallo spartiacque al canale Ganoppi. Altri due affioramenti, più ridotti del precedente, si trovano nella dorsale che separa il rio Bau Porcus dal canale sopra menzionato. La potenza dei calcari va da un massimo di 7-9 m ad un minimo di 2 m. Il motivo strutturale dominante della zona è una lunga piega coricata (è visibile lungo la stradina che porta agli scavi alti, in destra idrografica del canale Ganoppi, una serie rovescia comprendente l'Ordoviciano superiore, il Silurico e il Devonico inferiore) ad esse NNW-SSE il quale presenta delle ondulazioni a direzione perpendicolare. Detta piega si interrompe al contatto con una faglia a carattere regionale diretta NNW-SSE.

La mineralizzazione si presenta in corpi lenticolari discontinui a terminazioni spesso sfrangiate, che raggiungono in qualche luogo uno spessore di 1,5-2 m. In corrispondenza di essa i calcari sono trasformati in rocce verdi silatiche a bandature orizzontali ricche di minerali di neoformazione, assumendo nel complesso un aspetto skarnoide. All'interno della fascia mineralizzata, in campagna si possono distinguere due zone:

- una, più bassa, in cui prevalgono solfuri e ossidi di Fe, mentre blenda, galena e calcopirite sono nettamente subordinate;
- una, più alta, dove invece prevalgono blenda, galena e calcopirite, con subordinati solfuri di Fe (pirite e pirrotina).

I caratteri petrografici delle rocce incassanti, nelle due zone, non presentano particolari differenze: in entrambi i casi l'associazione caratterizzante è data da epidoti, calcite, clorite, quarzo e subordinati pirosseni monoclini; l'avanzata cloritizzazione rende difficile l'individuazione; alcuni individui mostrano in sezione (010) angoli di estinzione massima intorno ai 45° accompagnata da pleocroismo verde pallido-verde giallognolo o assente, e ascrivibili per questi caratteri alla serie diopside-hedenbergite.

Per quanto riguarda le mineralizzazioni invece, questa distinzione è confermata dall'esame minerografico che rivela una distribuzione paragenetica simile a quella riconosciuta in campagna.

4.2. *Caratteristiche microscopiche*

Le rocce incassanti, al microscopio in luce trasmessa, rivelano una composizione a prevalenti epidoti (principalmente clinozoisite), calcite sia in vene che in

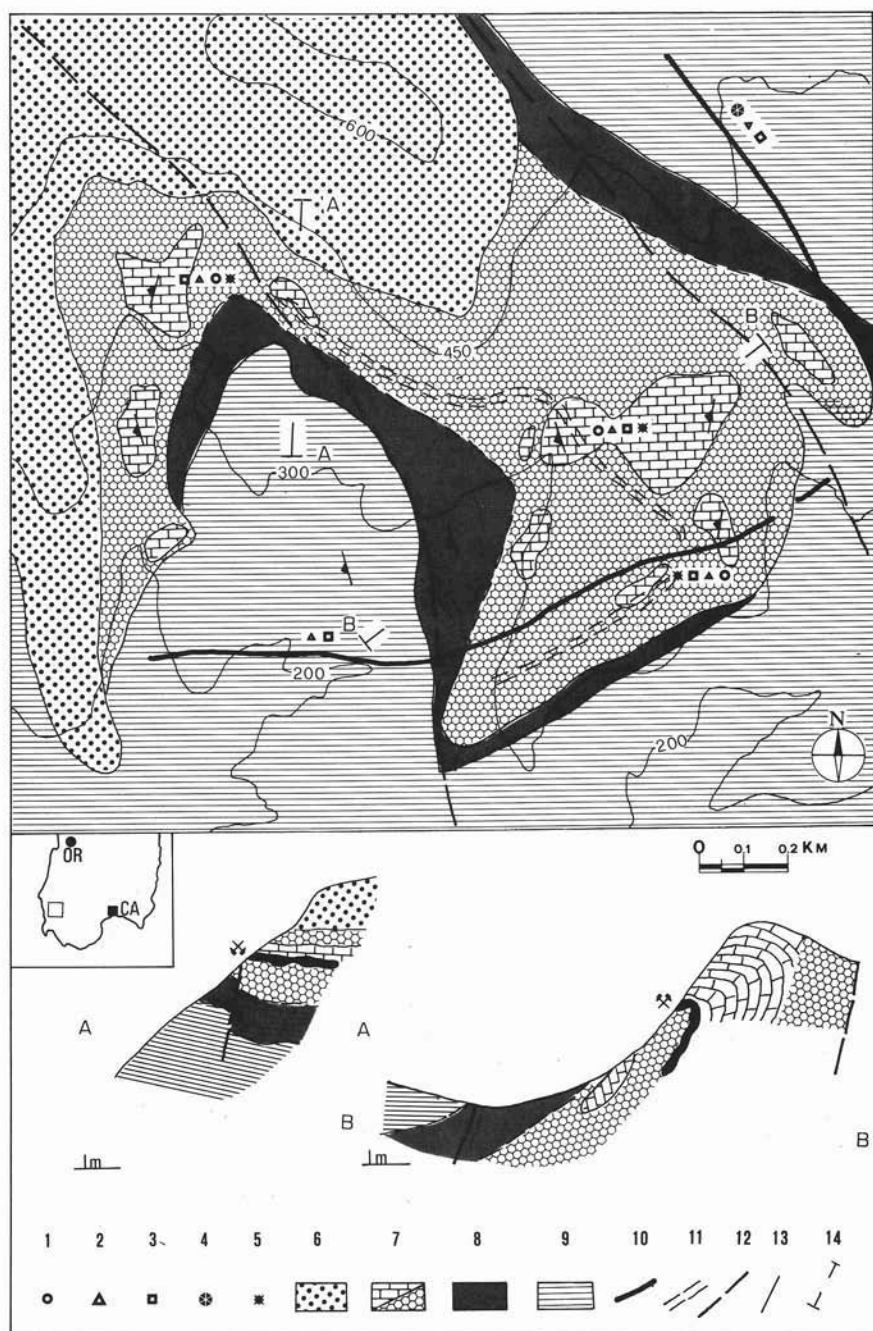
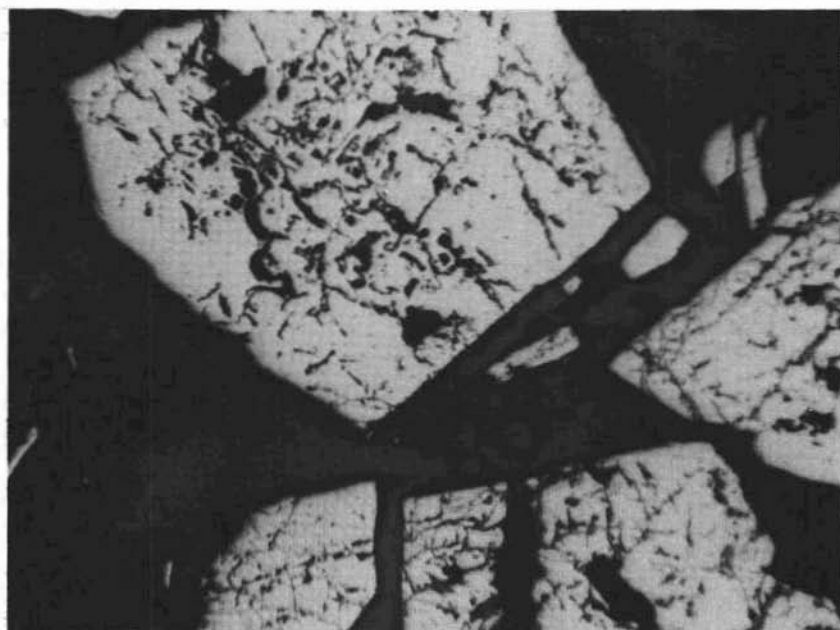
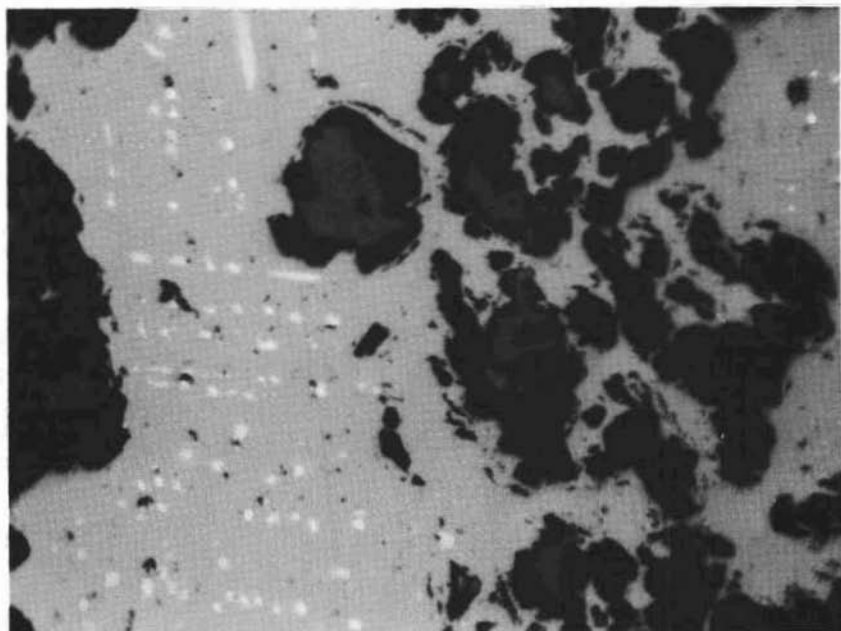


Fig. 2. — Schema geo-giacimentologico dell'area studiata. - *Legenda*: 1) Rame; 2) Piombo; 3) Zinco; 4) Nichel e Cobalto; 5) Ferro; 6) Postgotlandiano; 7) Devoniano inf. (calcarei/argilloscisti); 8) Siluriano; 9) Ordoviciano sup.; 10) Giacimenti filoniani; 11) Giacimenti stratiformi; 12) Faglie; 13) Giacitura strati; 14) Tracce sezioni.



a)

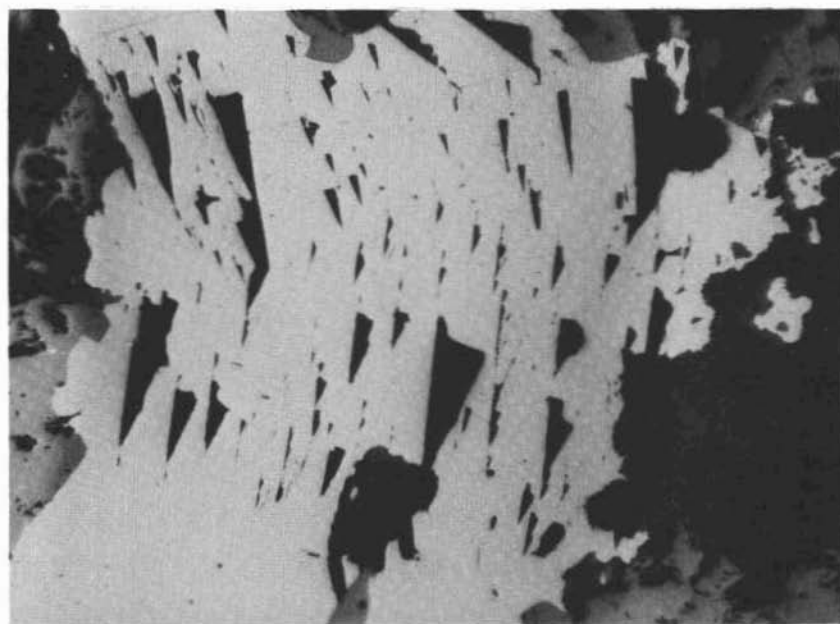


b)

Fig. 3. — a) Individui idiomorfi di arsenopirite immersi in ganga silicatica. Solo polarizz. 170 x.
b) Smistamenti di calcopirite lungo direzioni cristallografiche della blenda; in grigio o nero la ganga. Solo polarizz. 480 x.

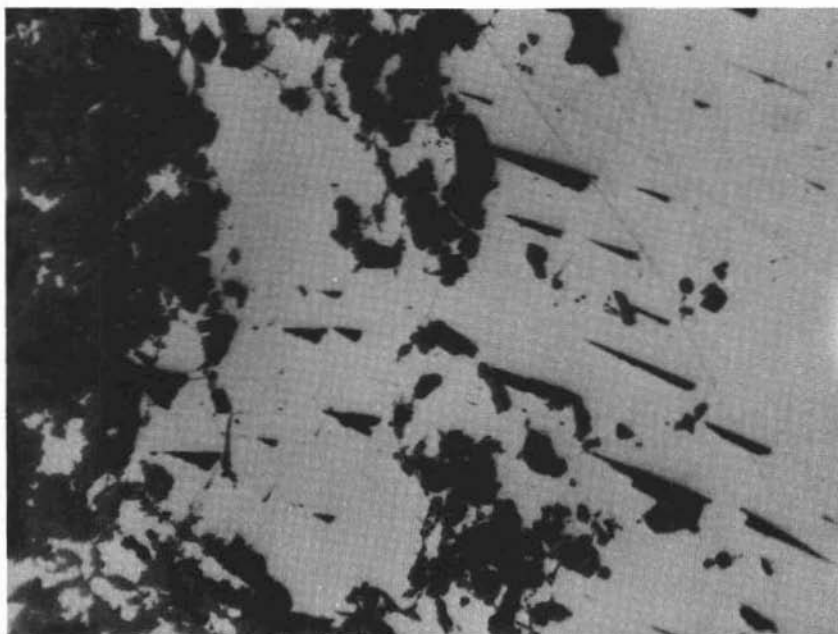


a)



b)

Fig. 4. — a) Alterazioni della pirrotina in pirite-marcasite con le caratteristiche strutture concentriche denominate «bird's eyes»; solo polarizz. 170 x. b) Deformazioni della galena messe in evidenza dal piegamento delle cavità triangolari di lucidatura; solo polarizz. 480 x. c) Minerali silicatici inclusi nella galena; solo polarizz. 480 x.



c)

plaghe di neoformazione, quarzo sia primario che secondario, clorite, minerali opachi e subordinati anfiboli con tessitura lepidoblastica o raggiata.

All'esame microscopico in luce riflessa (fig. 3, 4) sono stati riconosciuti i seguenti minerali metallici: pirrotina, pirite, arsenopirite, blenda, galena, calcopirite, pentlandite, mackinawite e marcasite. Fra i minerali di trasformazione compaiono, a zone, la covellina e altrove ossidi di ferro.

La pirrotina, di colore giallo-bruno e con evidenti effetti di anisotropia, si presenta in due forme, il che potrebbe far pensare che essa appartenga a due diverse generazioni. Compare infatti in piccoli aggregati lentiformi disseminati nella « roccia verde », in plaghe a tessitura pavimentosa nelle quali spesso si nota la sua trasformazione in pirite-marcasite con la classica struttura a « byrd's-eyes ». L'altra forma è presente come smistamenti o inclusioni nella blenda e in questo caso è quasi sempre associata a calcopirite e talvolta, raramente, può presentare subsmistamenti lamellari di pentlandite visibili soprattutto in olio.

La pirite ha aspetto cribroso e caratteristiche ottiche normali; si presenta in venule, disseminate nella roccia incassante, e in plaghe; talora è associata a marcasite, come abbiamo più sopra detto, quale prodotto di trasformazione della pirrotina, oppure sostituisce la calcopirite.

L'arsenopirite si presenta sovente in cristalli idiomorfi, talora a struttura cataclastica; tra i cristalli a volte si insinua la calcopirite che funge allora da cemento. A nicols incrociati l'arsenopirite mostra caratteristici effetti di anisotropia con colori tra il blu e il verde scuro.

La blenda è di tipo marmatitico con riflessi interni sul giallo-marron o rosso cupo evidenti soprattutto in olio ai bordi delle plaghe e lungo piccole fratture. Contiene, costantemente, smistamenti di calcopirite e pirrotina talvolta allungati quasi come lamelle e comunque quasi sempre allineati lungo direzioni cristallografiche. Talvolta si trova sottoforma di smistamenti stellari nella calcopirite.

La galena presenta caratteri ottici normali e si trova in venette o in plaghe quasi sempre associata alla blenda. Le caratteristiche cavità triangolari hanno spesso un andamento ondulato forse a causa di piccoli movimenti posteriori alla sua messa in posto.

La calcopirite, assai debolmente anisotropa, in generale è poco abbondante e, come già detto per la pirrotina, si presenta sotto due forme diverse dubitativamente attribuibili a generazioni diverse. Si trova infatti in venule, piccole plaghe negli interstizi fra i cristalli di arsenopirite oppure come smistamenti nella blenda. Questi sono di due tipi: piccolissimi, visibili solo a forti ingrandimenti, e di solito in aggregati, e più grandi, quasi sempre associati a smescolamenti di pirrotina e allineati lungo direzioni cristallografiche; in quest'ultimo caso la calcopirite spesso presenta dei subsmistamenti di mackinawite di forma vermicolare.

La pentlandite, molto rara, è sempre associata alla pirrotina nella quale si trova sottoforma di subsmistamenti lamellari.

La mackinawite compare sempre nella calcopirite come smistamento ed è caratteristica per l'elevato pleocroismo, dal grigio-marron al giallo-rosato e per i nettissimi effetti di anisotropia sui toni del bianco-grigio.

La marcasite compare spesso in lamelle irregolari nella pirrotina o come suo prodotto di trasformazione associata a pirite.

La covellina è presente come minerale di trasformazione della calcopirite e si trova lungo le sue piccole fratture. Ha un caratteristico pleocroismo sui toni azzurri e celesti tendenti al grigio e gli effetti di anisotropia, molto evidenti, sui toni gialli e arancio.

In alcuni casi si è notato che i solfuri di Zn e Pb includono i silicati di neoformazione, e ciò porta a pensare a una circolazione posteriore alla skarnizzazione.

4.3. *Prospettive economiche del giacimento; prime indicazioni*

La zona, come si è detto, è stata oggetto di ricerche e coltivazioni, per cui sono numerose le trincee ancora aperte; alcune di queste trincee sono molto recenti, sono state infatti eseguite dalla Soc. Piombo-Zincifera dell'Ente Minerario Sardo in questi ultimi anni. Su queste è stata fatta una campionatura con sedici canalette di varie lunghezze (da 1 a 6 m), in relazione alla potenza della roccia incassante. Le relative analisi (tab. 2) danno medie ponderali di 0.2 % in Pb, 1,4 % in Zn, 0,06 % in Cu e circa il 10 % in Fe; gli elementi minori presentano valori interessanti: Cd 0,01 %, Cr 0,08 %, Co 0,004 % e Ni 0,004 %.

Da un confronto tra le analisi geochimiche della serie sedimentaria e quelle delle canalette, si può vedere che esistono certe analogie nella distribuzione di certi elementi: lo Zn ad esempio, che presenta alti tenori (1,5 % circa) nell'orizzonte

mineralizzato, ha pure, all'interno della serie paleozoica un back-ground molto più alto rispetto ai valori mondiali; così pure il Cu che ha tenori bassissimi (0,06 %) nell'orizzonte contenente le mineralizzazioni, presenta un fondo molto più basso rispetto al background mondiale.

La continuità dell'orizzonte mineralizzato e la sua relativamente facile collocazione spaziale, una volta individuate correttamente le guide per la ricerca, rendono questo giacimento degno di interesse per una prospezione sicuramente più appro-

TABELLA 2
Analisi geochemiche dell'orizzonte mineralizzato

Canal. n°	Lung. mt	Peso Kg	Pb	Zn	Cu	Ag	Cd	Cr	Co	Ni	Fe
28	2	3	0.26	0.0920	0.0770	--	--	0.0046	0.0050	0.0050	9.58
30	3	7.8	0.11	0.4	0.0660	--	--	0.0052	--	0.0045	8.33
32	5	12.9	0.0470	0.56	0.0970	--	0.0068	0.0028	0.0032	--	9.37
33	6	23.15	0.48	0.77	0.0170	--	0.0019	0.0070	0.0039	tracce	11.4
34	3.4	10.95	0.23	0.31	0.0090	--	0.0035	0.0112	0.0045	0.0078	4.16
36	3	5	0.5	1.10	0.0042	--	0.0095	0.0025	0.0045	--	11.5
37	3.5	4.15	tracce	0.0287	0.0010	--	--	0.0186	0.0035	0.0100	3.33
38	3	14.15	0.0180	1.9	0.16	--	0.0200	--	0.0036	--	9.16
41	4	20.85	0.0150	3.06	0.0750	--	0.0220	0.0122	0.0048	0.0062	9.27
42	3	9.3	0.0340	1.00	0.0036	--	0.0083	0.0140	0.0065	0.0097	7.35
45	3.5	12.7	tracce	3.23	0.0990	--	0.0360	0.0041	tracce	tracce	7.50
46	1.5	2.85	1.86	4.73	0.0386	0.0016	0.0340	0.0028	0.0030	--	11.89
47	0.5	1	tracce	0.55	0.0510	--	0.0065	0.0180	tracce	0.0070	10.75
49	1.5	4.5	0.20	1.85	0.0330	0.0018	0.0110	tracce	tracce	0.0050	26.5
59	4	2.5	tracce	0.14	0.17	--	--	0.0022	0.0180	tracce	36
133	2.5	5.5	0.0060	0.17	0.0077	--	0.0026	0.0045	0.0020	0.0030	8.3
Medie ponderali			0.2	1.44	0.06	--	0.01	0.008	0.004	0.004	9.9

Valori espressi in %; -- = non determinato.

fondita; almeno più approfondita di quanto non si possa fare con una ricerca di base. Alle considerazioni precedenti va aggiunto il tenore che, seppure statisticamente non esaltante (ma si dovrebbe eseguire un ulteriore numero di canalette), presenta in numerose zone arricchimenti di Zn che sarebbe interessante controllare con una campionatura più fitta.

Non va dimenticato, infine, che l'orizzonte mineralizzato si immerge al di sotto del « Postgotlandiano », per cui non è affatto da escludere una sua prosecuzione più regolare e continua, in quanto questi sedimenti sovrastanti lo hanno preservato dall'erosione post-ercinica. Sarebbe pertanto auspicabile approfondire le ricerche in questo senso anche tramite sondaggi.

5. Ipotesi genetiche e prime conclusioni

In questa nota, a carattere preliminare, il rilevamento di campagna, la campionatura e i primi dati analitici ci permettono di fare alcune considerazioni e ipotesi di lavoro per la prosecuzione delle ricerche:

- 1) le mineralizzazioni esaminate sono strettamente e costantemente associate a un orizzonte stratigrafico corrispondente al limite Silurico-Devonico;
- 2) dai dati delle prime analisi emergono valori che oltre ad indicare una certa analogia di distribuzione tra il back-ground della serie paleozoica e i tenori degli orizzonti mineralizzati, mostrano anomalie positive in Pb e soprattutto in Zn. A questo proposito inoltre, va ricordato come altre campionature geo-chimiche e analisi per fluoro (MAZZELLA et al., 1979) hanno messo in evidenza elevati contenuti in F⁻ nelle arenarie e argilloscisti ordoviciani. Questo dato potrebbe testimoniare, ma questa conclusione ha bisogno di ulteriori verifiche, la presenza di limitati apporti vulcanici (magari di stadi di bassa temperatura-epitermali) nel bacino sedimentario (Handbook of Geochemistry, 1969);
- 3) l'esame petrografico rivela un episodio di skarnizzazione dell'orizzonte carbonatico silurico-devonico, sicuramente legato all'intrusione del vicino batolite granitico ercinico;
- 4) l'esame minerografico indica una successione temporale che vede i minerali di skarn precedenti alla deposizione dei costituenti metallici;
- 5) dati di letteratura indicano episodi vulcanoclastici sicuri in aree più a sud, al limite Ordoviciano-Siluriano e in aree molto prossime fasi vulcaniche di incerta collocazione stratigrafica (dal Silurico al Devonico). Se future ricerche riusciranno ad indicare l'esatta posizione cronologica di queste ultime, anche per analogia con le mineralizzazioni stratiformi della Barbagia (GARBARINO et al., *op. cit.*), non sarebbe difficile ipotizzare una genesi vulcano-sedimentare del giacimento in esame;
- 6) in base a queste considerazioni risultano ancora aperti molti problemi sia relativi alla genesi (giacimento vulcano-sedimentare rimobilizzato da fasi idrotermali posteriori? o esclusivamente idrotermale?) sia relativi all'effettiva consistenza del giacimento. Saranno questi i problemi che il prosieguo delle ricerche (anche nelle aree post-cambriche del Sulcis-Iglesiente) dovranno risolvere per un corretto inquadramento generale di questo tipo di mineralizzazioni.

Ringraziamenti. — Gli autori intendono ringraziare i Professori I. URAS e M. VIOLO per gli utili suggerimenti e la lettura critica del testo.

BIBLIOGRAFIA

- BARCA S., MARINI C. (1979) - *Lineamenti litostratigrafici e sedimentologici del « Postgotlandiano » del Fluminese (Sardegna SW)*. Mem. Soc. Geol. It., 20, 203-213, 6 ff.
- BECCALUVA L., LEONE F., MACCIONI L., MACCIOTTA G. (1981) - *Petrology and tectonic setting of the palaeozoic basic rocks from Iglesias-Sulcis (Sardinia)*. N. Jb. Miner. Abh., 140, 2, 184-201.
- CARMIGNANI L., COCOZZA T., MINZONI N., PERTUSATI P.C. (1980) - *Sardaigne*. In ZUFFARDI P. Ed., *Introduction à la géologie générale d'Italie*. XXVI Congr. Geol. Int. Paris, 49-51.
- COCOZZA T. (1972) - *Stratigraphic-structural map of Sardinia*. 1: 250.000, G.E.C., Roma.

- COCOZZA T., JACOBACCI A., NARDI R., SALVADORI I. (1973) - *Schema stratigrafico-strutturale del massiccio sardo-corso e minerogenesi della Sardegna*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 85-186.
- COCOZZA T., LEONE F. (1977) - *Sintesi della successione stratigrafica paleozoica della Sardegna sud-occidentale*. In VAI G.B. Ed., G.L.P., 2 suppl.
- DESSAU G. (1936) - *I minerali dei filoni a nichelio e cobalto dell'Arburese (Sardegna)*. Per. Min., 7, I, 21-38.
- GARBARINO C., MINZONI N., PADALINO G., TOCCO S., URAS I., VIOLO M. (1976) - *La serie paleozoica della Sardegna centrale: un programma di ricerche geominerarie*. Rend. SIMP, 32, II, 511-520.
- GARBARINO C., MACCIONI L., MINZONI N., PADALINO G., TOCCO S., VIOLO M. (1980) - *The strata-bound copper-lead-zinc mineralization of the Sardinian microplate (Italy)*. Meeting European copper deposits, Bor, Yugoslavia, 251-259.
- GRANIER CL. (1973) - *Introduction à la prospection géochimique des gîtes métallifères*. Masson et C.ie, Paris, 143.
- MAXIA S.M. (1977) - *L'Ordoviciano del settore compreso tra Funtanamare e Terra Segada*. Tesi di laurea, Ist. Geologia Cagliari.
- MAZZELLA A., MELIS M.F., PORCU R., RIVOLDINI A., VIOLO M. (1979) - *La distribuzione geochimica del F nella sequenza ordoviciano-siluriana della Sardegna*. Nota I. A.M.S., 84, II, 39-62.
- PRETTI S., URAS I. (1972) - *Dati di osservazione sulla mineralizzazione a fluorite di Su Zurfuru (Fluminese - Sardegna S.W.)*. Giornata di studio delle fluoriti italiane. Torino, 345-357.
- SALVADORI I., ZUFFARDI P. (1955) - *Sull'età dei terreni paleozoici di Montevecchio - Ingurtosu - Gennamari*. A.M.S., 59, VII, 11-27.
- SERPAGLI E. (1967) - *Prima segnalazione di Conodonti nel Siluriano della Sardegna e relative osservazioni stratigrafiche*. Acc. Naz. Lincei, ser. 8, 42, 856-858.
- SERPAGLI E. (1971) - *Uppermost wenlockian-upper ludlovian (Silurian) Conodonts from western Sardinia*. Boll. Soc. Paleont. It., 9, 76-96 (1970).
- SERPAGLI E., GNOLI M., MASTANDREA A., OLIVIERI R. (1978) - *Paleontological evidence of the gedinian (lower Devonian) in south-western Sardinia*. Riv. It. Paleont., 84, II, 305-312.
- SERRI R. (1979) - *Geologia e mineralizzazioni dei settori a Sud di Punta S. Vittoria (Flumini maggiore - Sardegna SW)*. Tesi di laurea, Ist. Giacimenti Minerari, Cagliari.
- SOLA L. (1967) - *Studio geo-giacimentologico della zona di Perda S'Oliu*. A.M.S., 31, V, 11-18.
- TANELLI G. (1977) - *I giacimenti a skarn della Toscana*. Rend. S.I.M.P., 33, II, 875-903.
- TARICCO M. (1922) - *Sul Paleozoico del Fluminese*. Boll. R. Comm. Geol. d'It., 48, VI, 1-22 (1920-21).
- TARICCO M. (1926) - *Gita geologica nel Fluminese ed osservazioni sul Paleozoico della valle del Cixerri*. A.M.S., 31, V, 11-18.
- URAS I. (1977) - *Mineralizzazioni associate agli skarn: problemi aperti*. Rend. S.I.M.P., 33, II, 905-914.
- WEDEPOHL H.K. Exec. Edit. (1969) - *Handbook of Geochemistry*, Springer Verlag, vol. II, 1 9-B, 9-0.