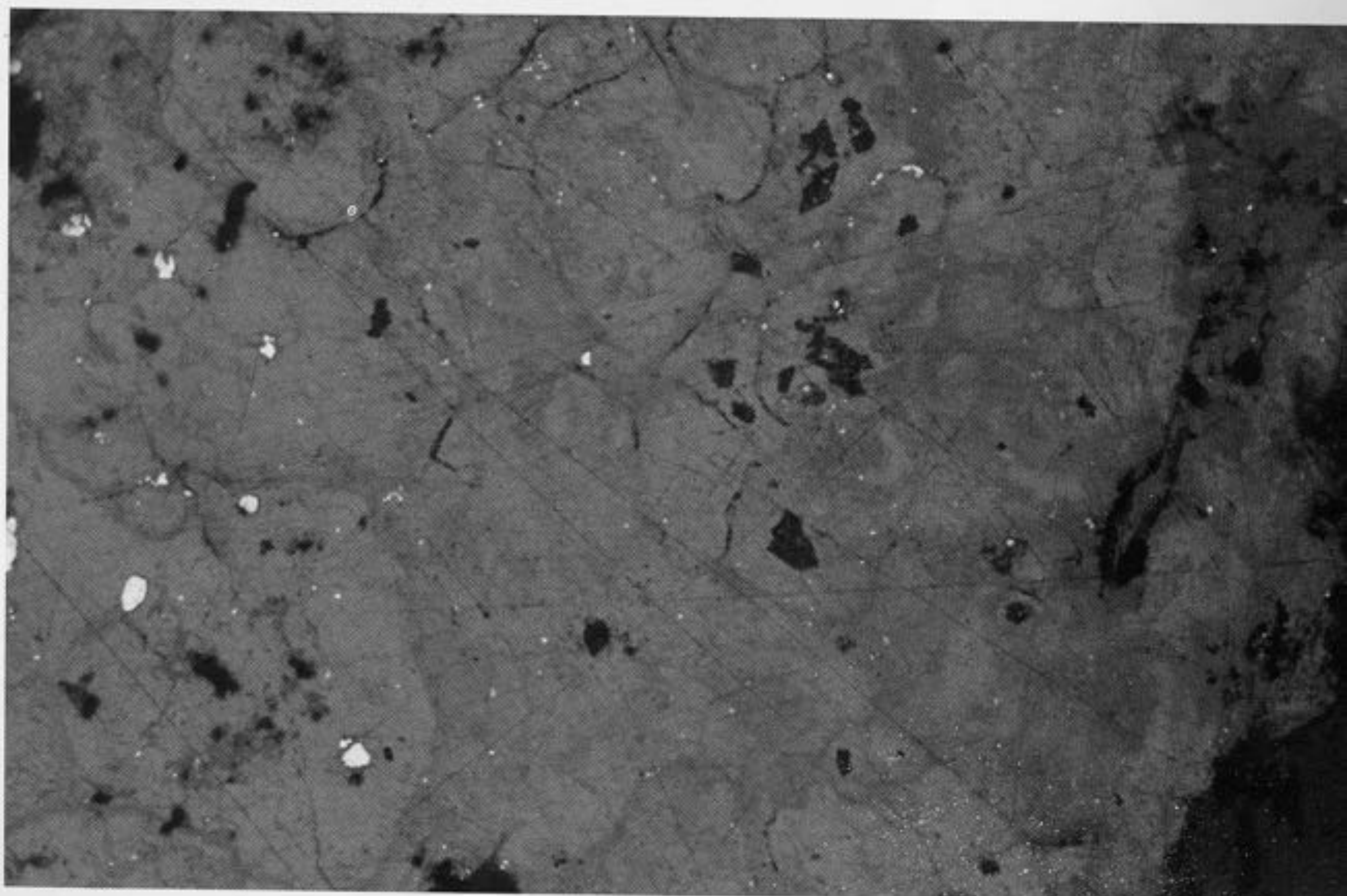
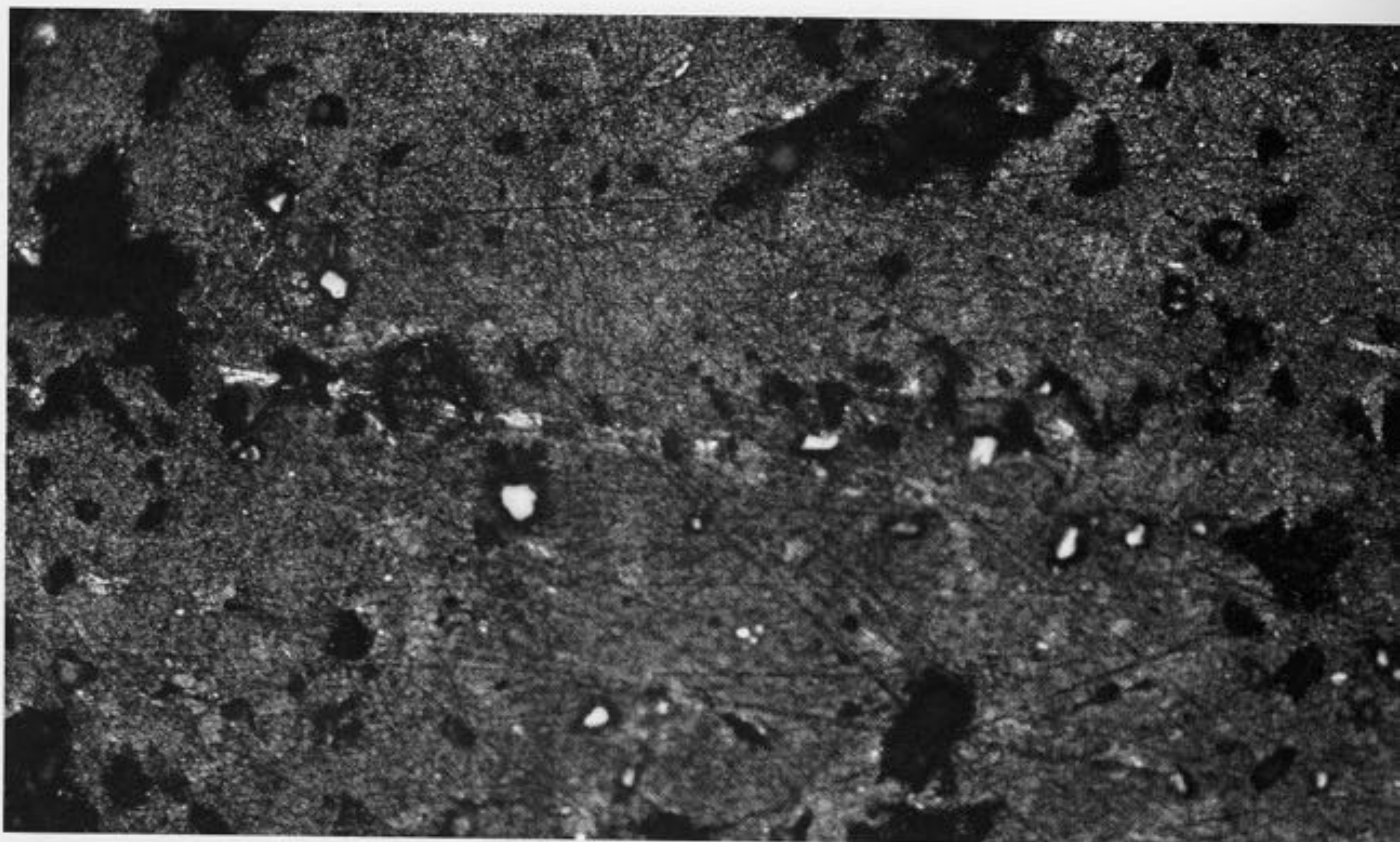


Analisi metallografica
preliminare di monili metallici
dalle tombe di Saticula
*Giuseppina Balassone,
Maria Boni, Giovanni Di Maio*

138. Esempio di alterazione sui manufatti

139. Aspetto generale su sezione lucida
della lega metallica

140. Esempi di smescolamento



Il numero considerevole, le particolari caratteristiche di rinvenimento unite alla non frequente attestazione di leghe metalliche simili in altri contesti archeologici coevi, hanno sollecitato la realizzazione di una opportuna indagine metallografica degli anelli a verga ritorta con castone provenienti dalle sepolture del VI, IV sec. a.C. da Saticula.

Lo scopo di questa indagine consiste nell'individuazione dei materiali impiegati e delle tecniche di lavorazione applicate alla manifattura di tali oggetti.

Sono state eseguite per gli stessi manufatti anche analisi isotopiche del piombo, atte ad individuare le aree minerarie di provenienza dei metalli componenti, e delineare così gli itinerari commerciali percorsi dai metalli o dalle loro leghe già costituite nelle epoche di precipuo interesse e per una data civiltà.

Sono state impiegate le seguenti metodologie:

- 1) Osservazione dei manufatti interi e di alcuni frammenti al microscopio stereoscopico per evidenziarne le caratteristiche in modo tridimensionale;
- 2) Osservazione al microscopio metallografico a luce riflessa di alcuni frammenti lucidati a specchio;
- 3) Analisi diffrattometrica ai raggi-X delle polveri provenienti dai frammenti dei manufatti (Diffrattometro Seifert MZ VI su polveri);

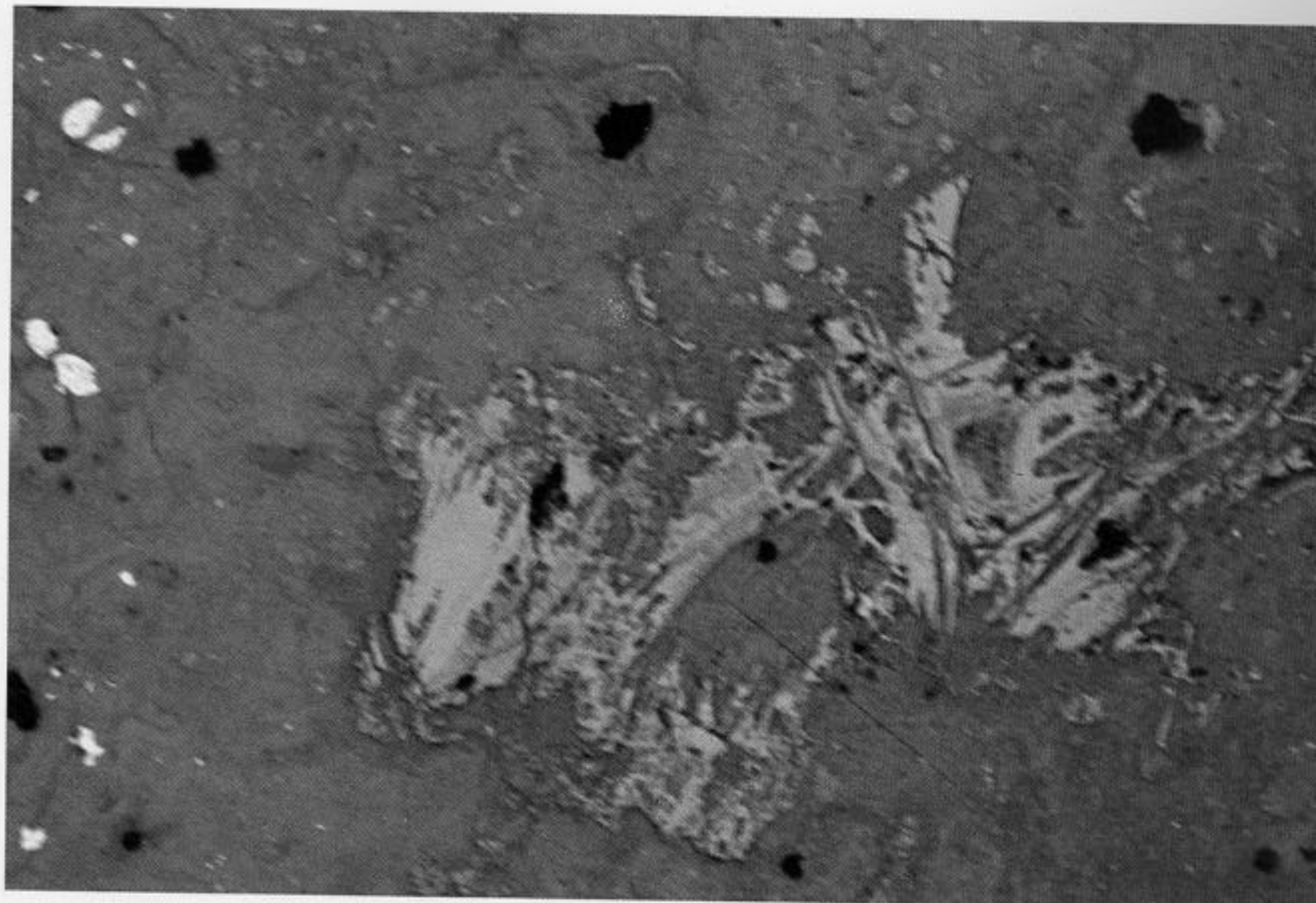
4) Esame delle sezioni lucide allo Scanning Electron Microscope, associato ad analisi semiquantitativa (Cambridge Stereoscan 250 Tp - Link AN 10000);

5) Esame quantitativo di alcuni frammenti con la Microsonda Elettronica, per l'individuazione esatta delle fasi metalliche in chiave quantitativa (Electron Microprobe Cameca SX 50).

Gli studi effettuati hanno prodotto i seguenti risultati:

1) Sono presenti intorno ai frammenti del manufatto (fig. 138), ma anche lungo fratture che li attraversano longitudinalmente, spessori variabili di prodotti di alterazione di diversi colori, in cui prevalgono quelli di alterazione del piombo prevalentemente cerussite, ma anche ossidi e silicati) su quelli del rame (da cuprite a malachite). Al di là dei prodotti di alterazione i frammenti di manufatto hanno un aspetto leggermente crostoso, probabilmente conseguente a resti della struttura derivante dalla fusione.

2) L'osservazione in sezione lucida di un numero cospicuo di frammenti ha permesso di confermare la presenza del guscio di minerali di alterazione (a riflessi interni rossi e verdastri) nelle zone periferiche dei frammenti stessi. Sono stati individuati differenti tipi di frammenti, alcuni dei quali risultano essere costituiti quasi esclusivamente da minerali di colore grigio, a bassa riflettanza, che potrebbero corrispondere a carbonati di piombo, ed altri, costituiti da materiali grigio-bronzei, abbastanza riflettenti, con struttura vacuolare. La lucidatura dei minerali di alterazione è ovviamente imperfetta, mentre risulta molto meglio riuscita nella parte metallica meno alterata, costituita generalmente da una struttura abbastanza irregolare costituita da una massa di metallo morbido (le graffiature del processo di



abrasione sono molto profonde), uniformemente bronzo-grigiastro con inclusi a maggior durezza e riflettanza (fig. 139). È probabile che tale struttura sia derivata da processi di fusione non completi o accompagnati da smiscelamento, a cui potevano essere eventualmente associate una o più fasi di lavorazione meccanica a freddo (fig. 140). Sono state osservate sia delle goccioline di colore bianco metallico, ed altre grigiastre, a più alto rilievo con struttura aghiforme o fibrosa (fig. 141).

3) L'analisi diffrattometrica delle polveri ha permesso di individuare in vari frammenti una prevalenza del metallo piombo e dei suoi prodotti di alterazione (Pb metallico, PbO, PbCO₃, silicati di Pb, tra cui Pb₄SiO₆).

4) L'investigazione delle sezioni lucide

al SEM ha evidenziato di nuovo una prevalenza del piombo tra i metalli presenti, con locali arricchimenti di rame, stagno e argento. Il piombo risulta ubiquitario, mentre lo stagno e soprattutto il rame vengono evidenziati in maniera puntuale (fig. 142).

5) Le osservazioni alla microsonda elettronica non hanno fatto che confermare le valutazioni qualitative già fatte al SEM. Le traverse effettuate sui vari campioni (cfr. tabella) hanno rivelato ancora una preponderanza del piombo, sia puro, che nei suoi minerali di alterazione. Nella matrice color bronzo, comunque, sono presenti percentuali variabili, anche se in genere nell'ordine dell'1-2%, di stagno ed argento, e tracce di rame. Lo stagno diventa sempre più abbondante in alcune aree irregolari del campione, fino a raggiungere valori oscillanti dal 10 al 97% negli inclusi ad

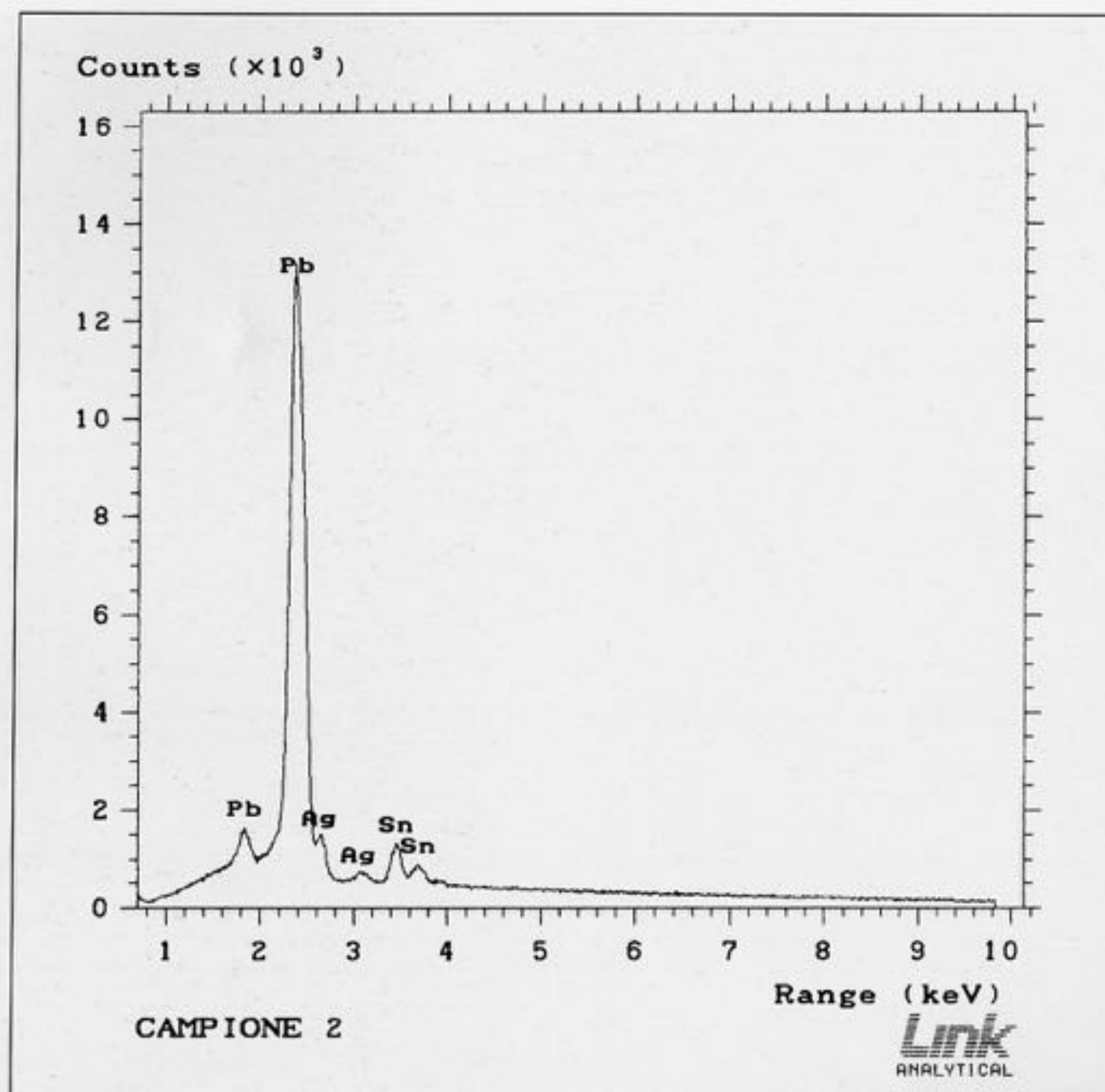
alto rilievo e riflettanza variabile dispersa nella matrice. Allo stagno sembra essere sempre associato l'argento, in tenori superiori all'unità, mentre il rame è stato riscontrato solo in poche misure puntuali.

Sulla base delle osservazioni effettuate sulla struttura dei materiali componenti i monili di Saticula e dei dati citati sulla loro composizione chimica, possiamo desumere per detti oggetti una composizione originaria corrispondente ad una lega molto particolare, a forte componente piombifera e con variabili quantitativi di stagno. È probabile che il rame e l'argento non facessero parte «ufficialmente» dei metalli costituenti la lega, ma che rappresentassero delle impurezze associate o al minerale di stagno, o a quello di piombo, o, ancora con maggiore probabilità, fossero già presenti nel prodotto di una precedente

fusione che veniva riutilizzato.

Si può ipotizzare che manufatti del genere fossero tipici di una comunità abbastanza attenta nel procurarsi i metalli a più basso costo per la propria metallurgia o, meglio ancora, prodotti finiti che per la presenza del piombo rispetto all'argento ed al rame, erano particolarmente economici.

Tali manufatti possono essere definiti come costituiti da un tipo molto particolare di «Peltro al Piombo» (con quest'ultimo metallo che raggiungeva percentuali superiori al 70%). Le alte percentuali di piombo, oltre a consentire un notevole risparmio rispetto a metalli di più alto costo, consentivano anche una maggiore fluidità nella fusione ed una più alta malleabilità nella lavorazione a freddo. L'associazione di stagno e piombo, d'altra parte, abbassava la temperatura di solidificazione della lega rispetto ai rispettivi «freezing points» dei due metalli singoli, anche se, probabilmente, una miscelazione completa non si verificava, data la presenza di fenomeni di smiscolamento. I risultati preliminari delle analisi isotopiche del piombo hanno portato ad ipotizzare una possibile provenienza del minerale da



miniere situate nell'Egeo (eventualmente il Laurion o l'isola di Kea). Un'altra area di provenienza, per quanto meno

probabile, potrebbe essere anche la Toscana meridionale. Nel primo caso verrebbero ad essere confermati i legami

Distribuzione degli elementi

%elemento	A	B	C	D	E
Pb	94.95	94.9	82.01	0.71	95.75
Sn	0.78	3.08	14.29	97.14	0.14
Ag	0.86	0.92	1.02	2.09	0.75
Cu	0.11				3.6
Al	0.12	0.17		0.15	0.16
Tot.	96.82*	99.07	97.32*	100.14	100.4

* parte del Pb può formare ossidi, carbonati, etc.

A: matrice di color bronzo

B: zone o vene più chiare diffuse nella matrice a piombo prevalente

C: plaghe di colore grigio scuro ad alto rilievo nella matrice

D: inclusioni ad alta riflettanza

E: variazioni chimiche puntiformi nella matrice color bronzo

commerciali di Saticula con le colonie greche dell'Italia meridionale, nel secondo bisognerebbe ipotizzare una serie di contatti (a tutt'oggi on evidenziati sino al IV secolo A.C.), con le comunità etrusche che estraevano metalli di base nella Toscana meridionale.