

Indagini chimico-metallurgiche e tecnologiche su un manufatto in lega di rame raffigurante un efebo

Marcello Miccio

Nell'ambito della mia ricerca dedicata alla messa a punto e applicazione di metodologie analitico-strumentali-tecnologiche per l'autenticazione di manufatti metallici, è stato studiato un reperto in lega di rame, raffigurante un *EFEBO* proveniente da collezione privata (Fig 1). Come da accordi, si rilascia la presente nota sintetica ai proprietari dell' oggetto, in cui sono riassunti i principali risultati dell'indagine.

Pianificazione dell'indagine: osservazione autoptica con stereomicroscopio, rilevamento delle Eddy Current, esplorazione radiografica, studio di sezioni metallografiche, test sulle patine, verifiche sulla tipologia della terra di fusione, composizione chimica della lega.



Fig. 1 Statuetta in lega di rame . Altezza cm 65 circa

Esame autoptico

Lo spessore delle pareti della statua è estremamente sottile e tutta la superficie è ricoperta da una patina verde scuro e marrone, di buona consistenza, di notevole massa e con un'aggregazione eccellente. In alcune zone (spalle – ventre--polpaccio) è presente un deposito di incrostazioni terrose di notevole entità e durezza che, a prima vista, sembrano formate da un' aggregazione naturale e non da un "*pastice*" artificiale (Fig 2) Si riscontrano molte lacune dovute a difetti di fusione e nessuna di esse mostra segni di riparazione o almeno tentativi di aggiustatura. Si intravedono segni di unione sugli avambracci e all'altezza delle cosce, il tentativo di riempire le zone vuote fa ipotizzare più una brasatura che una saldatura autogena.(Fig 3)



Fig 2



Fig 3

Indagine radiografica

Sono state acquisite cinque lastre radiografiche dell'opera in posizioni diverse. Esse sono mostrate nelle Fig. 4 assieme a tutta una serie di ingrandimenti di dettagli che consentono una sicura valutazione sulla tecnica di realizzazione del manufatto.

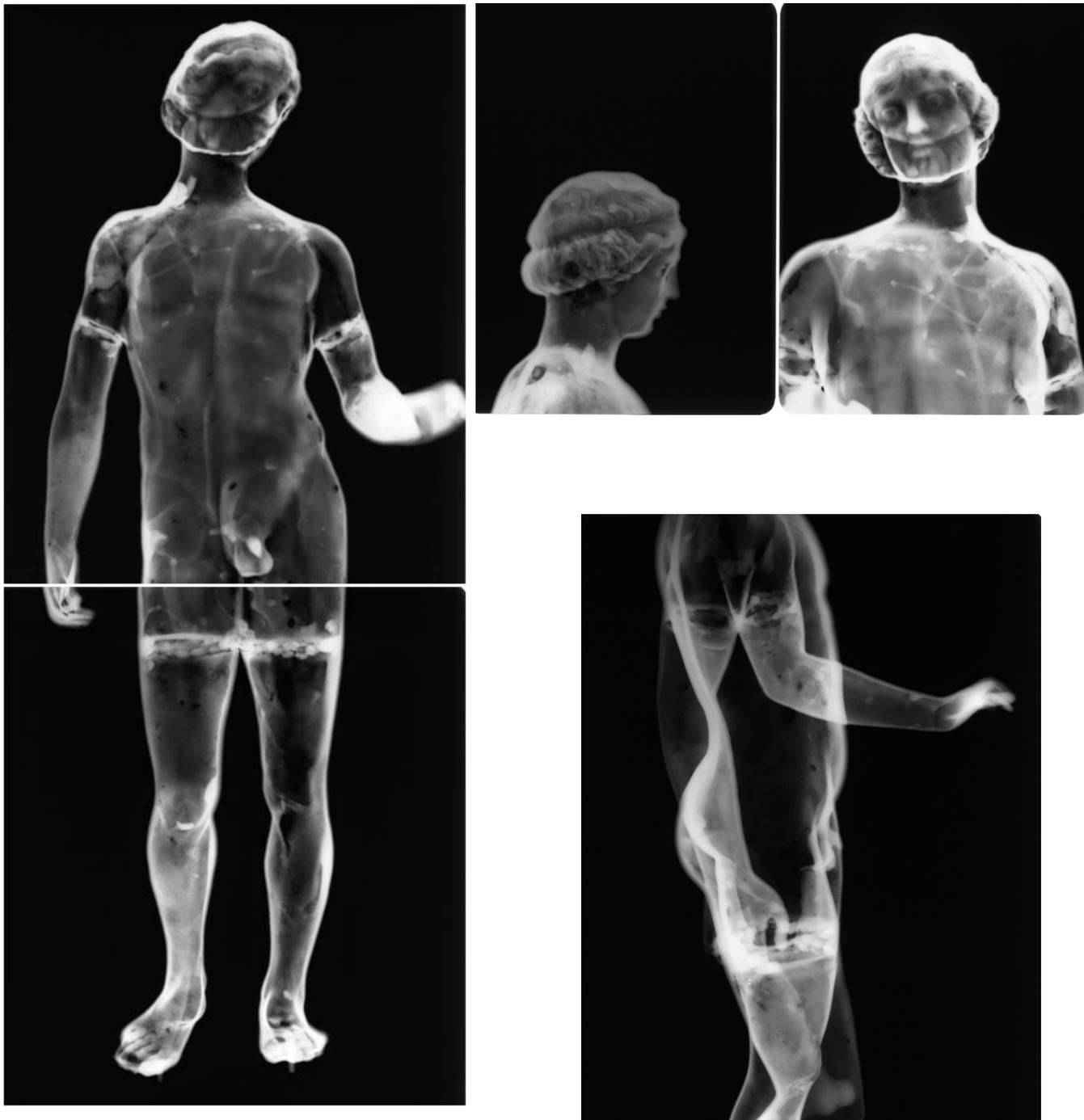


Fig.4 lastre radiografiche dell'efebo in posizioni diverse

Le lastre mostrano una evidente omogenità di spessore del metallo, sono presenti molte colature di cera tipiche di un' esecuzione dal modello in cera ricavata con il sistema a "sciacquo". Ci sono dei forellini rotondi dovuti ai chiodi distanziatori e i raggi X hanno evidenziato il tipo di brasatura usato per l'unione delle braccia e delle gambe con il busto.. Fig.5

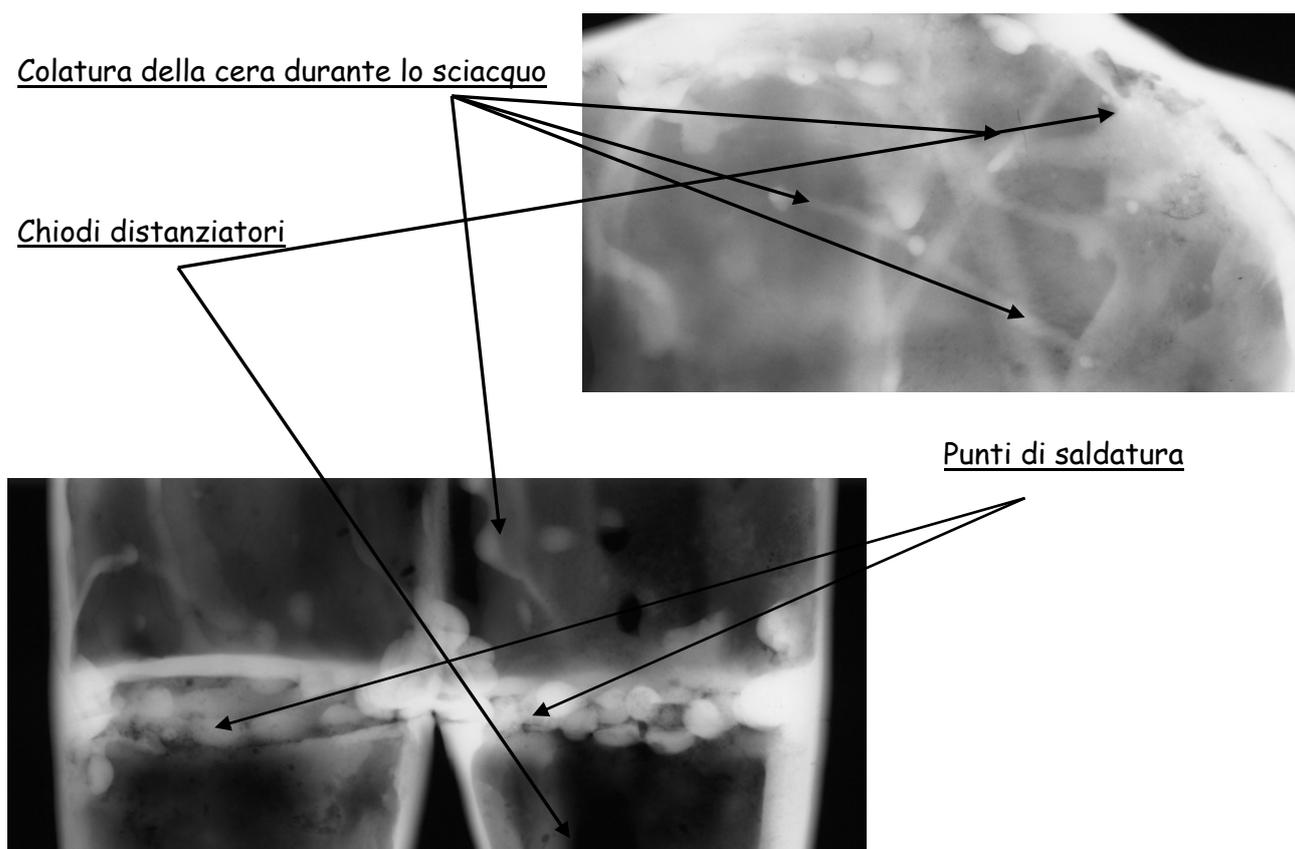


Fig. 5

Osservazioni sulla terra di fusione (loto)

Nello spostare il reperto per attuare le radiografie, è uscita, dalle numerose lacune presenti sul bronzetto, una discreta quantità di terra e ho subito pensato che doveva essere terra di fusione. L'osservazione allo stereo microscopio ha confermato questa mia intuizione e è stato possibile identificare, tra l'altro, gesso e silice, mentre era quasi completamente assente ogni tipo di carbonato. Poche le sostanze vegetali, ma alcune ancora intatte. Fig 4

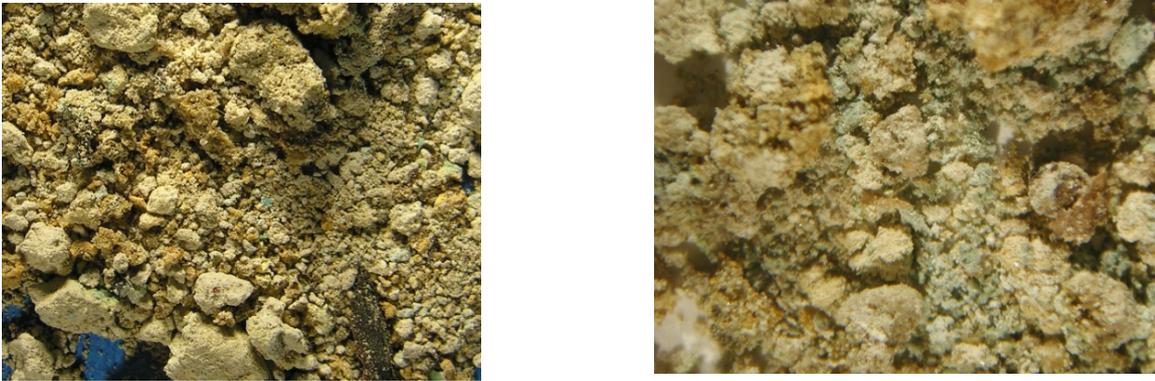
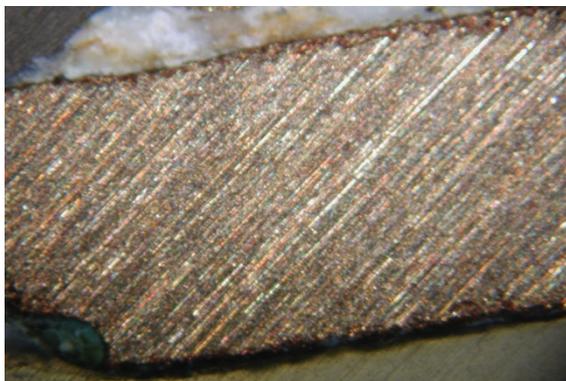


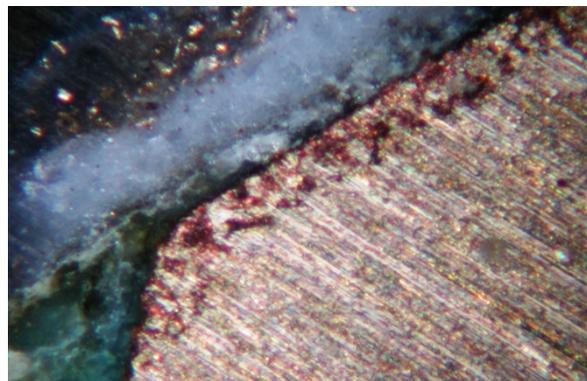
Fig 6 terra proveniente dall'interno della statua

Indagine con metallografica ottica

Sono stati prelevati due microcampioni di metallo per individuare i processi corrosivi e determinare quali siano naturali e quali artefatti. Il campione A è stato asportato dalla lacuna del collo e il B da quella sulla coscia. Dopo l'inglobamento e la lucidatura sono stati esaminati con il microscopio metallografico Fig 5-6

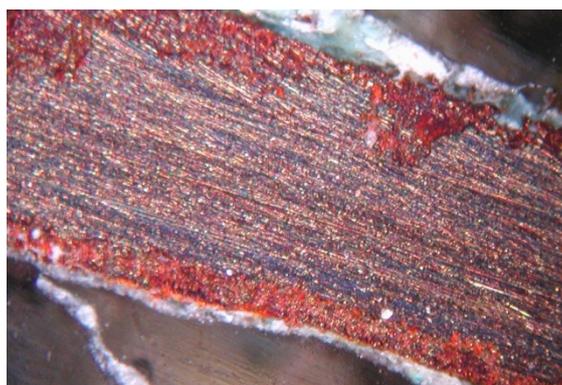


Campione A 50 X

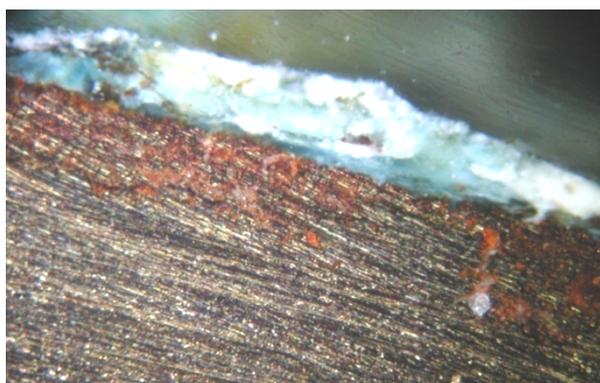


200x

Fig 7



Campione B 50X



200X

Fig 8

Nel campione A il processo di corrosione è ridotto ad una sottile striscia di cuprite (rossa) senza corrosione interdendritica e senza formazione di malachite (verde-azzurra) superficiale. E' invece presente una ricopertura di sostanza cerosa di colore verdastro.

Il campione B è tecnicamente simile, con la sola differenza che in questo caso è presente uno strato più consistente e frastagliato di cuprite, dovuto non ad un processo di corrosione naturale, ma ad un raffreddamento troppo veloce del metallo al momento della fusione. Infatti il campione è stato prelevato nella lacuna dove non è arrivato il metallo fluido. Lievi tracce di malachite. Anche qui è evidente la presenza dello strato ceroso superficiale.

Analisi della lega

Misure di composizione della lega della statuetta sono eseguite utilizzando una tecnica innovativa basata su ablazione e ionizzazione laser di piccole quantità di metallo (spot inferiore a 100 μm). Essa è denominata spettroscopia di plasma indotto da laser o anche spettroscopia di breakdown indotto da laser (*laser induced plasma spectroscopy* o *laser induced break down spectroscopy*), in sigla LIPS o LIBS.

I risultati di composizione ottenuti sono riassunti in Tab. 1. Si tratta di un ottone alto alligato con contenuti di zinco (Zn) dal 34%, 1-% di stagno (Sn), e circa 1% di piombo (Pb),

Campione	Zn (wt %)	Sn (wt %)	Pb (wt%)
340	34.5 \pm 2.5	< 1.0	< 1.0
341	34.4 \pm 2.7	< 1.0	< 1.0

Tab. 1 – Composizioni delle leghe misurate con la tecnica LIPS.

Considerazioni conclusive

I dati raccolti supportano le seguenti conclusioni

- 1) La scultura è stata realizzata a cera persa con tecnica indiretta. La cera è stata stesa su un calco di un modello preesistente e lo spessore è stato ottenuto con la tecnica dello sciacquo. Tecnica che permette di ottenere più copie da un unico modello. I chiodi distanziatori usati per la fusione sono pochi e tondi, cosa mai presente su reperti antichi dove questi erano sempre quadrangolari.
- 2) Le saldature, per unire le braccia e le gambe al busto, sono state eseguite con cannello ossi-acetilenico e bacchette di ottone. (brasatura forte), tecnica in uso solo dai primissimi anni del XX secolo
- 3) Il look dell'intero processo esecutivo è artigianale, ma eseguito in maniera sprovvista e alquanto grossolana. Anticamente mai, un manufatto di questa importanza, sarebbe stato lasciato con tanti difetti di fusione. La statuaria greco-etrusco-romana è sempre attentamente rifinita e riparata con piccole rifusioni o tassellature.
- 4) La composizione della lega è pressoché coincidente con una lega denominata ottone navale...L'ottone navale (conosciuto anche come ottone Tobin), è resistente alla corrosione marina ed è utilizzato per ferramenta marine, maniglie, bacchette di saldatura, alberi di elica e di pistoni e steli di valvole. E' una lega largamente usata dal XVIII secolo in poi. Molto comune anche ai giorni nostri. Sconosciuta in epoca etrusco-romana.
- 5) La cosa più controversa del manufatto è la sorprendente patina che lo ricopre completamente. L'osservazione allo stereo microscopio ha confermato in superficie, nonostante un leggero velo di cera, un processo corrosivo naturale con inglobamento di terra e impurezze varie. Nello stesso tempo la sezione metallografica evidenzia, senza possibilità di errore, che non ci troviamo di fronte ad un bronzo archeologico, ma in presenza di un ottone moderno. Infatti, sotto la famosa patina, non ci sono tracce di corrosione interdentrica, mancano isole di cuprite e di altri prodotti di degrado naturale che si formano sempre all'interno di un bronzo con più di qualche secolo,

La spiegazione a queste due contrapposizioni è che la scultura è stata interrata per qualche anno, tanto da creare una perfetta patina superficiale, ma insufficiente a creare una naturale corrosione interna, fenomeno che avviene solo dopo alcuni secoli di giacitura e assolutamente non riproducibile artificialmente.

In conclusione, tutti i dati analitici ricavati sono pertinenti e compatibili con una collocazione del manufatto nel XX secolo. Resta il mistero di un manufatto che pur riproducendo una raffigurazione antica del III-IV secolo a.C. perfettamente patinato, a prima vista con tutti i crismi dell'autenticità, contiene trascuratezze pratiche e errori tecnologici facilmente individuabili con le moderne indagini.

