

# Indagini tecnologiche su un bronzetto raffigurante un satiro

Marcello Miccio<sup>1</sup>

1) Centro di Restauro Archeologico, Firenze, Italy

Nell'ambito delle nostre ricerche dedicate alla messa a punto e applicazione di metodologie analitico-strumentali per l'autenticazione, abbiamo studiato un bronzetto proveniente da collezione privata raffigurante un satiro (Fig. 1). Come da accordi, si rilascia la presente nota sintetica ai proprietari del manufatto, in cui sono riassunti i principali risultati della ricerca.



Fig. 1. Satiro.

## Esame obiettivo

Il bronzetto presenta un notevole grado di finitura. Per gran parte della figura, la superficie è ben nettata e levigata. Sulla testa, le mani, i piedi e in zona pelvica sono state eseguite accurate lavorazioni a scalpello e cesello.

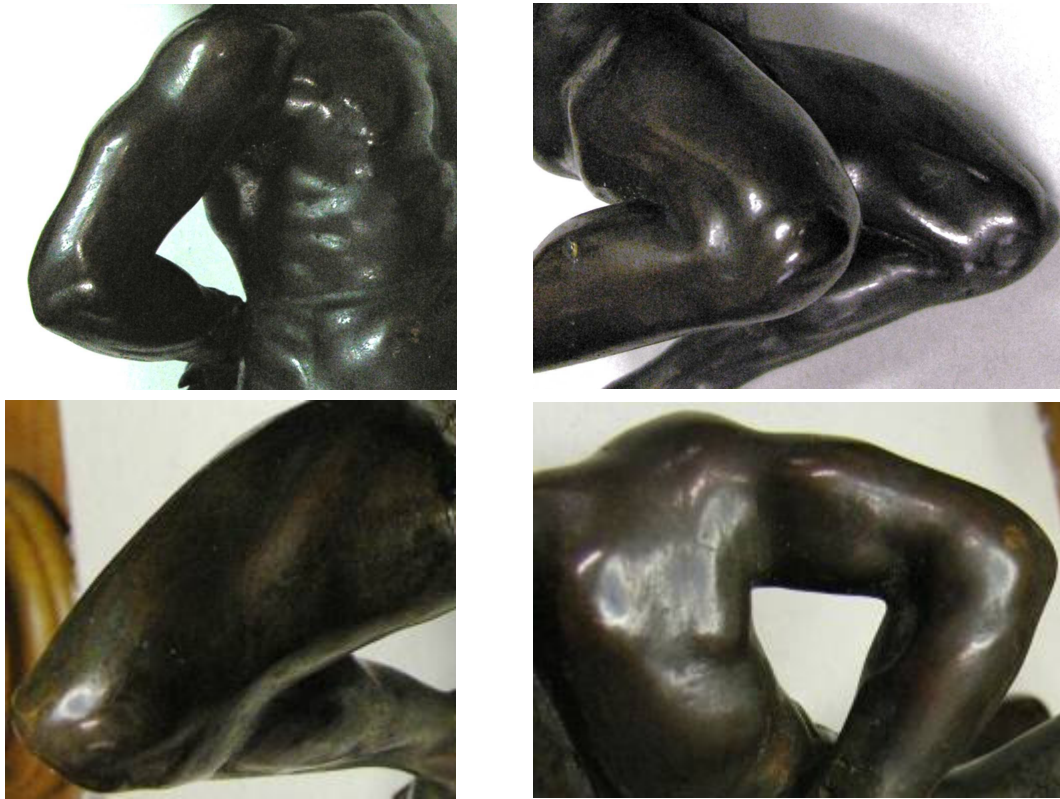


Fig. 1. Dettagli di levigatura.



Fig. 2. Evidenze di lavorazioni a scalpello e cesello.

Una varietà di dettagli superficiali portano ad ipotizzare almeno due trattamenti di patinatura. Il primo, finissimo, a contatto col substrato, verosimilmente ottenuto mediante attacco ossidativo del metallo. Il secondo, più grossolano, è costituito probabilmente da una stesura a matrice organica.

Quale esito di numerose operazioni di pulitura e di un prolungato contatto manuale, la patinatura più esterna è stata parzialmente rimossa mettendo in luce la sottostante patina originale o, in zone più consunte, una finissima pellicola minerale (Fig.3). I residui della stesura creano qualche modesto problema di leggibilità della superficie a livello del volto e della capigliatura.



Fig. 3. Patinatura più esterna (2), patinatura originale (1) e pellicola minerale in zone consunte (0).

Il fuso ha pareti relativamente sottili (mediamente attorno ad un paio di millimetri). Esso presenta alcune riparazioni eseguite per integrare lacune del getto e rinforzare le fratture a livello della caviglia destra, del polso e della mano destra. Nel caso delle fratture, il perfetto riscontro dei profili in corrispondenza della linea di giunzione, porta a considerare tra le possibili cause del danno anche l'evento accidentale, come ad esempio una caduta o altre sollecitazioni meccaniche che hanno aggravato situazioni di debolezza strutturale (fratture da ritiro, bolle o altro).



Fig. 4. Fratture ricomposte a livello del polso destro e della caviglia destra.

Maggiori dettagli strutturali sono stati ottenuti attraverso l'indagine radiografica.

## Radiografie X

Le quattro esposizioni radiografiche riportate in Fig. 5 e 6 mostrano vari particolari di interesse ai fini della descrizione della tecnica esecutiva. Si nota lo spessore ridotto delle pareti, un notevole numero di gocce, ringrossi irregolari in corrispondenza delle riparazioni e strutture anulari a livello degli arti inferiori e delle spalle. Queste ultime presentano, a loro volta, profili di gocce discendenti.



Fig. 5. Radiografie del manufatto poggiato sul fianco sinistro (a sinistra) e a faccia in giù (a destra).

Le riparazioni della spalla e quelle del braccio sinistro sono state eseguite mediante rifusione, mentre i piedi e la mano destra sono stati probabilmente attaccati con l'ausilio di un riempimento della cavità con stagno o altro materiale (dato materico eventualmente da verificare).

Le molte gocce indicano una formatura della cera indiretta, eseguita mediante sciacquo, effettuato su cinque forme distinte (dieci valve): gambe, braccia, busto. Gli anelli, infatti, costituiscono dei piccoli ringrossi creati nella fase di saldatura delle cere, verosimilmente ottenuta mediante riscaldamento di almeno uno dei bordi da congiungere.



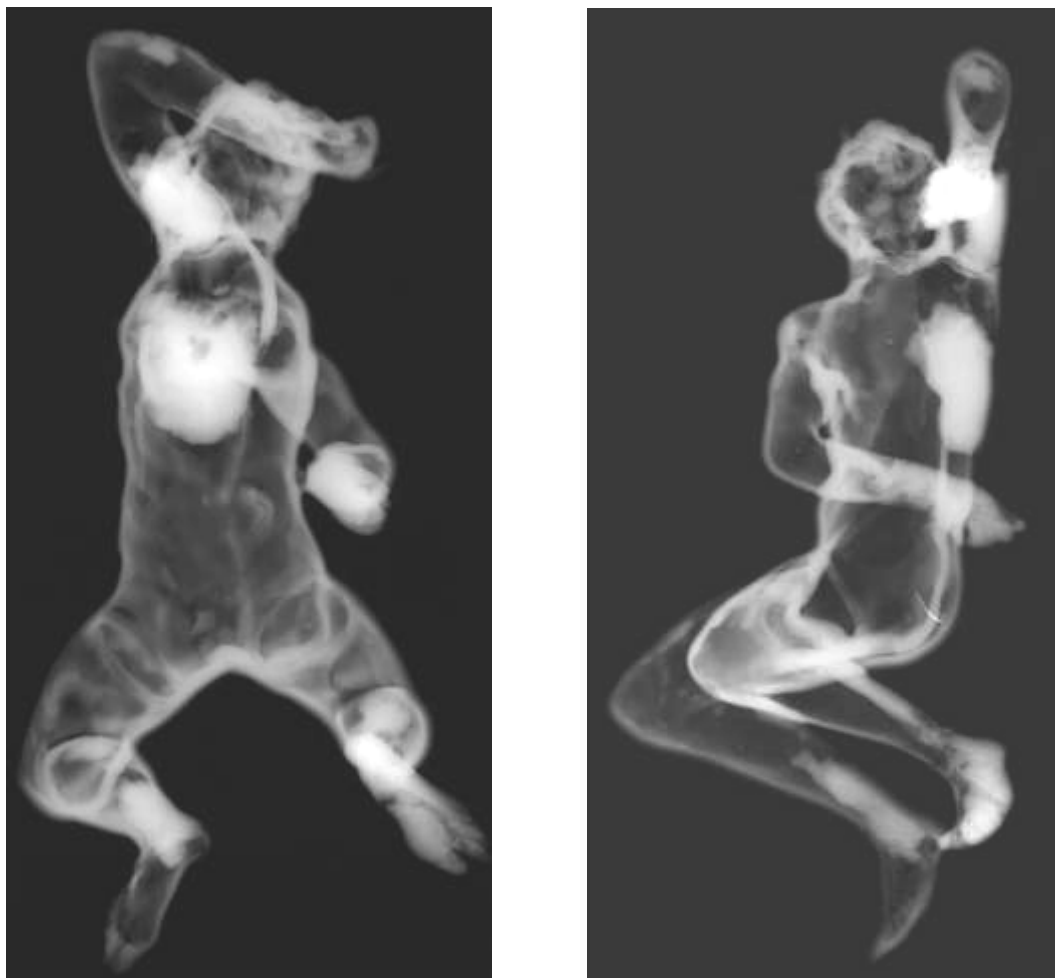


Fig. 6. Radiografie del manufatto in posizione supina( a sinistra) e poggiato sul fianco destro (a destra).

## Analisi della lega

La composizione della lega e lo studio della microstruttura sono state ricavate da un campione di metallo prelevato sul bordo del foro di fissaggio della scultura alla base (regione anale).

Il campione, inglobato e lucidato, è stato osservato al microscopio ottico e a scansione elettronica (SEM-EDX). In tab. 1 sono riportate le frazioni elementari medie (in peso), lo spettro tipico è in Fig. 8. Si tratta essenzialmente di un ottone (Zn ca. 11%) con piccole quantità di stagno (Sn ca. 1.5%) e piombo (Pb ca. 1.5%).

Il metallo presenta numerose microcavità da ritiro (Fig. 9a) e ha una struttura dendritica, come evidenziato dalla modulazione in toni di grigio che si osserva al microscopio a scansione in elettroni retrodiffusi (Fig. 9b). La presenza di segregazione dendritica porta ad escludere riscaldamenti significativi dell'oggetto a valle della fusione, in particolare ad escludere un riscaldamento generalizzato in fase di riparazione.

La sezione metallografica ha anche permesso di mettere in luce l'avanzamento e la morfologia dei fenomeni corrosivi in prossimità della superficie e all'interno del metallo. I prodotti di corrosione superficiale risultano intimamente legati al substrato. Si tratta in gran parte di formazioni naturali di cuprite che penetrano al di sotto della superficie in maniera irregolare e frastagliata (Fig. 10-11). Isole di cuprite sono altresì presenti all'interno del metallo, in

corrispondenza di microcavità da ritiro e altre zone che non presentano alcuna comunicazione con l'esterno (Fig. 10-12).

Limitatamente ad una piccola regione superficiale del campione, è stato anche osservato uno strato regolare a matrice organica, da mettere probabilmente in relazione con la stesura di cui sopra (Fig. 13).

Element	Wt %	At %
Sn L	1.16	0.63
Fe K	0.69	0.80
Ni K	0.74	0.82
Cu K	84.79	86.31
Zn K	11.06	10.95
Pb L	1.55	0.49

Tab. 1. Analisi EDX della lega.

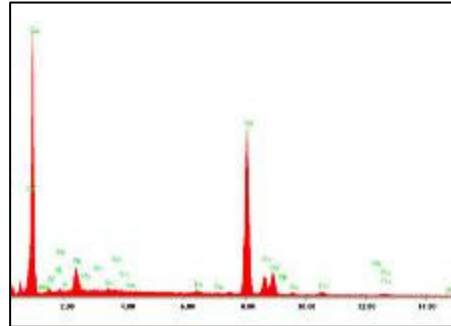


Fig. 8. Spettro EDX della lega.

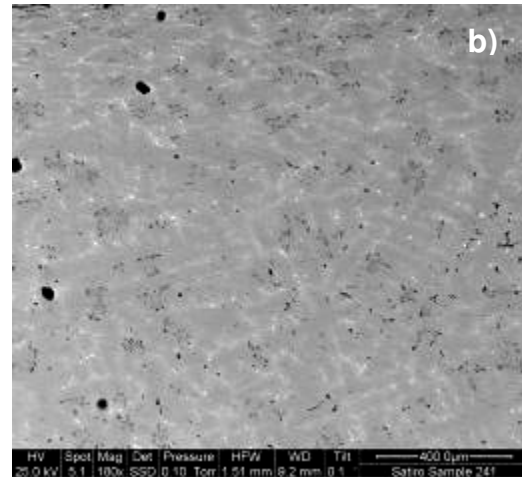


Fig. 9 Sezione lucida osservata al microscopio ottico (a) e dettaglio SEM in elettroni retrodiffusi (b). Si nota una marcata microporosità da ritiro (a) e una tipica struttura dendritica (b).

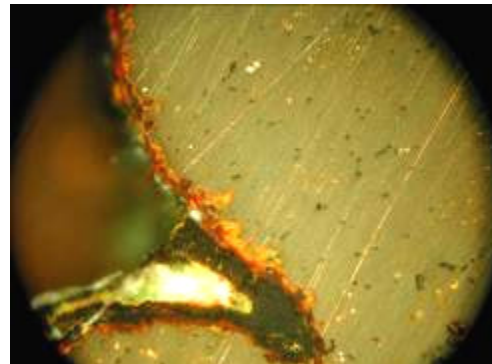


Fig. 10. Dettagli di corrosione superficiale.

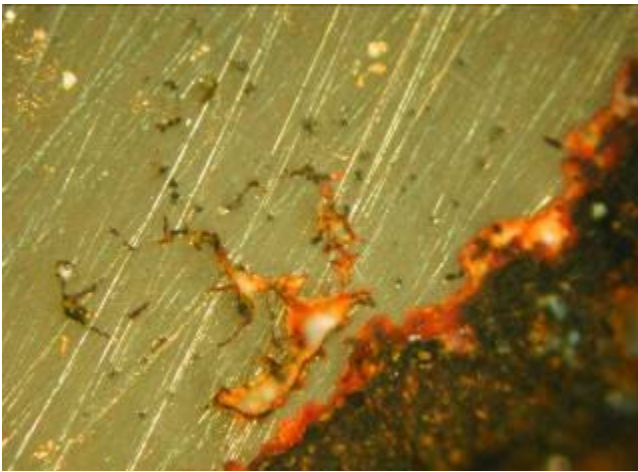
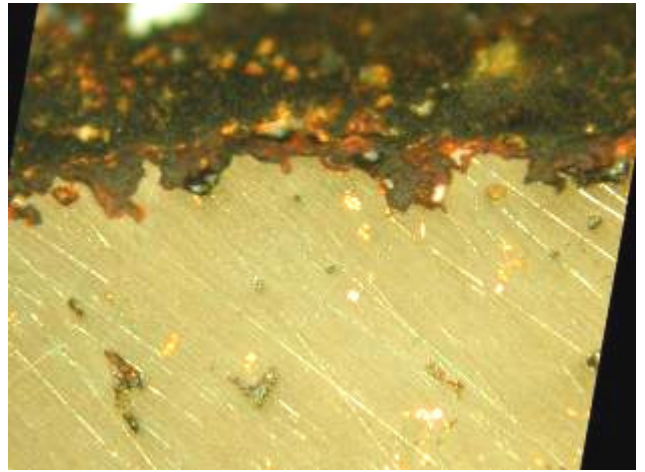
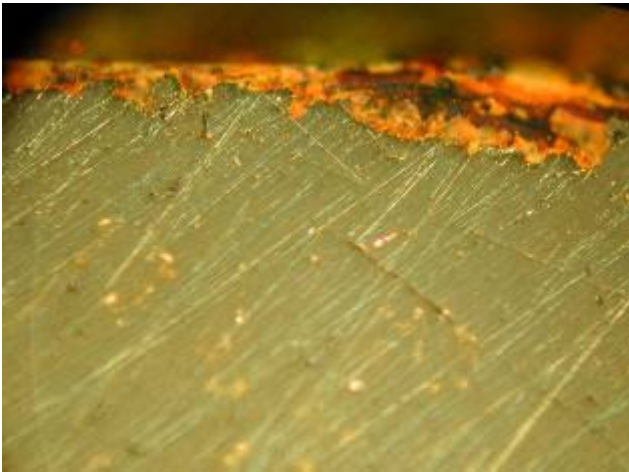


Fig. 11. Corrosione superficiale ed interna.

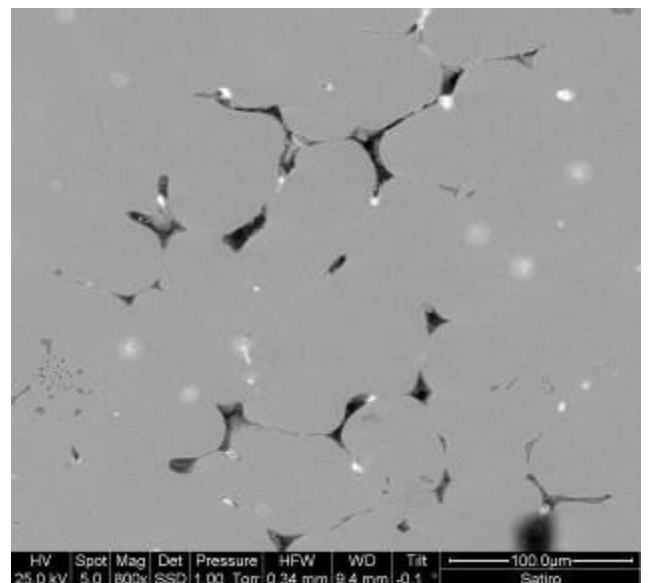
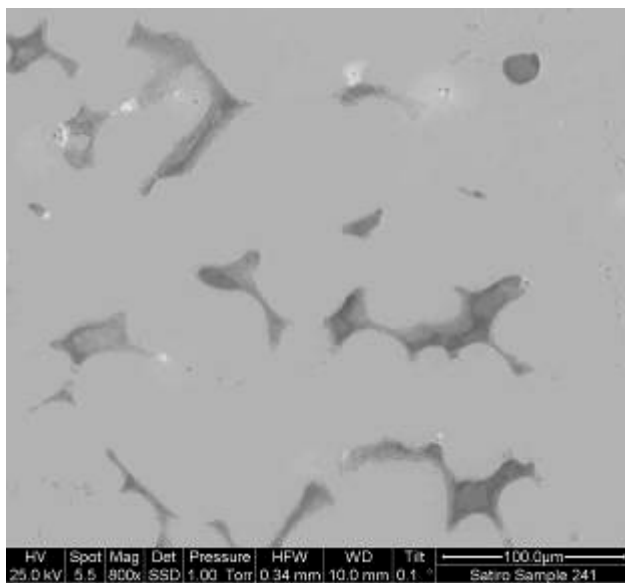


Fig. 12. Dettagli SEM in elettroni retrodiffusi che mostrano la presenza di fenomeni ossidativi naturali all'interno delle microcavità da ritiro.



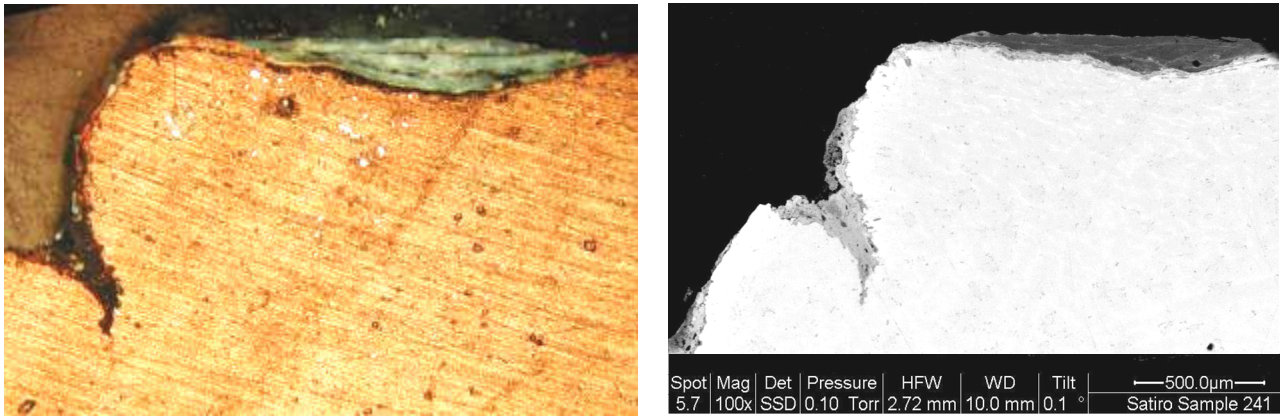


Fig. 13. Stratificazione filmogena a matrice organica.

## Terra di fusione

Sono stati analizzati due campioni di terra. Uno prelevato attraverso il foro di fissaggio, rappresentativo quindi dell'anima di fusione, l'altro tra le ciocche dei capelli, attribuibile ad un residuo del mantello. Nel seguito, non si fa distinzione tra questi due campioni poiché sono risultati di fatto molto simili per composizione e struttura.

L'osservazione allo stereomicroscopio (Fig. 14) ha messo in luce un materiale terroso composito con una prevalente componente biancastra, unitamente a componenti grigie e frammenti di laterizio. All'interno della terra, sono risultate ben distinguibili una varietà di fibre organiche di colore bianco, nero e rosso, certamente pertinenti alla preparazione dell'anima e del mantello poiché spesso cementate nei frammenti terrosi.



Fig. 14. Osservazione dei campioni di terra allo stereomicroscopio. Si nota: una componente biancastra predominante, minerali più scuri, frammenti di laterizio e fibre organiche.



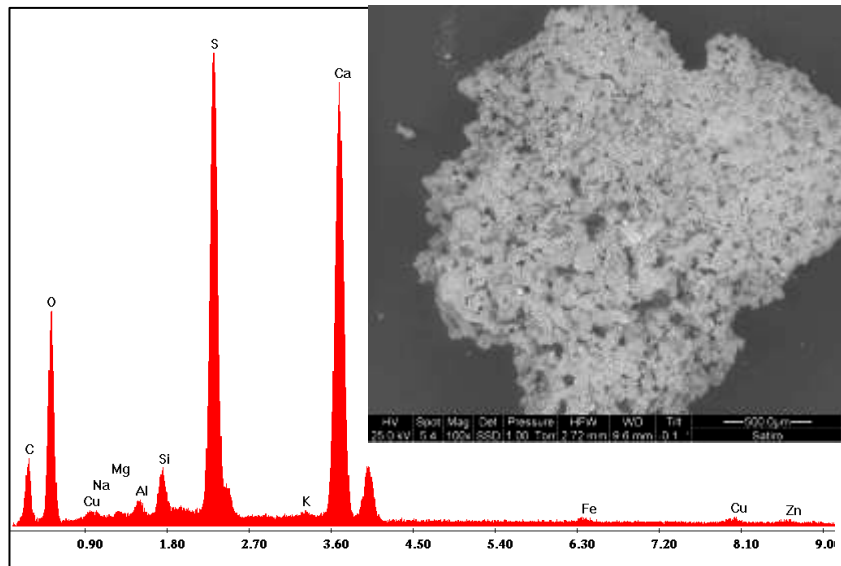


Fig. 15. Composizione rappresentativa media della terra di fusione: gesso predominante, componenti quarzose e argillose minoritarie, tracce di ferro, rame e zinco.

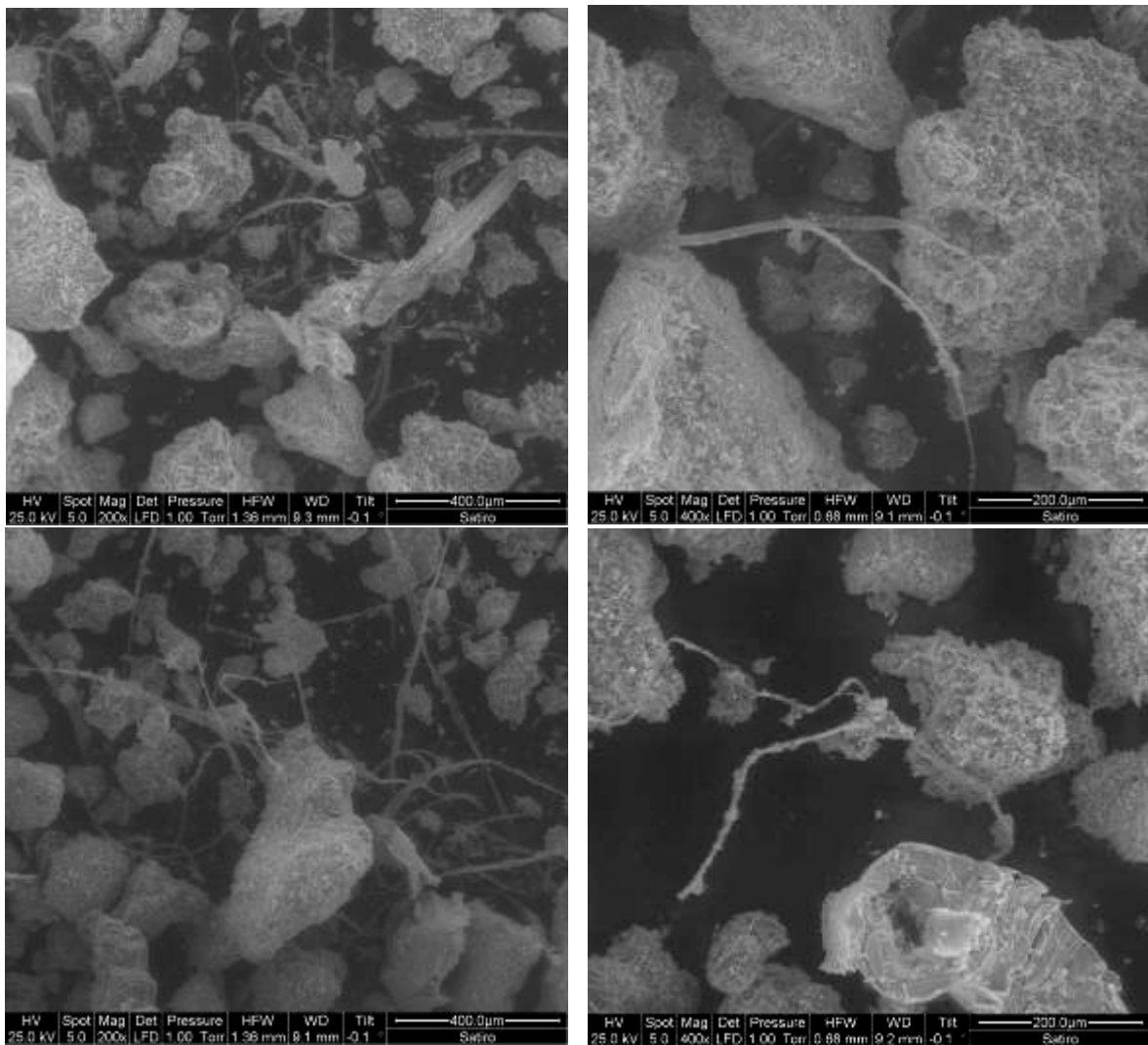


Fig. 16. Osservazione dei campioni di terra al SEM. Ben evidente il notevole contenuto di fibre organiche e la loro cementazione all'interno della terra.

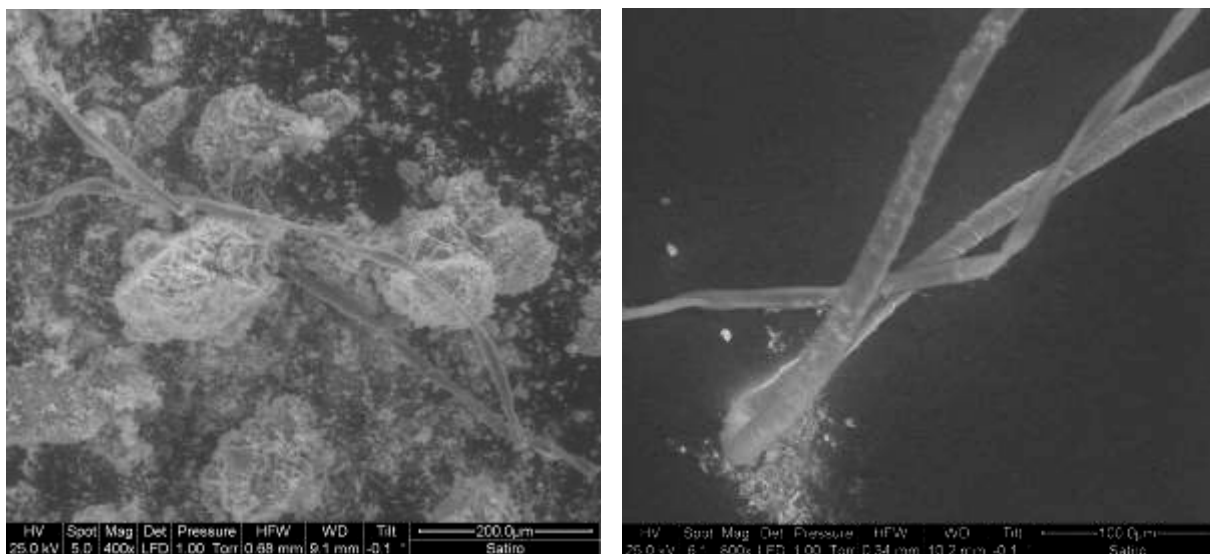


Fig. 17. Dettagli SEM di fibre vegetali e animali. A sinistra, due fibre vegetali. A destra, una fibra vegetale e una animale (verosimilmente lana).

L'indagine al SEM-EDX ha fornito la composizione elementare rappresentativa della terra di fusione, ricavata da una serie di misure su piccole aree. Come riportato in Fig. 15, si tratta di gesso con un contenuto minore di minerali quarzosi e argillosi, unitamente a tracce di ferro, rame e zinco.

La microscopia elettronica ha anche permesso di individuare la duplice natura delle fibre organiche inglobate: vegetali e animali, come evidenziato in Fig. 17.

## Conclusioni

Il quadro analitico descritto sopra fornisce chiare indicazioni sulla collocazione temporale del bronzetto studiato. Consideriamo le singole evidenze e le relative implicazioni.

- ▶ La presenza di almeno due patinature stratificate di consistenza molto diversa, sottile quella più interna, molto più grossolana la seconda, rimanda a stratificazioni tipiche che sono state individuate su manufatti del XV-XVII secolo. In particolare, agli sviluppi della fonderia artistica rinascimentale la pratica di fini patinature ossidative, mentre si colloca l'applicazione di spessi strati a matrice organica (verniciature) dalla metà del XVIII secolo in poi.
- ▶ Il manufatto è stato fuso mediante tecnica a cera persa indiretta. Il calco del modello di partenza è stato verosimilmente eseguito in gesso, poiché dalle radiografie si deduce la formatura di cinque coppie di tasselli, non necessari nel caso di impronte con gelatine o gomme. La scelta di eseguire sciacqui distinti, ovvero senza rimontare i tasselli con controforme, può essere giustificata dalla possibilità di eseguire correzioni di postura in fase di rimontaggio, soprattutto nel caso di un soggetto così complesso come quello preso in esame. Un tale modo di procedere porta ad escludere l'eventualità di un manufatto facente parte di una produzione seriale, viceversa si tratta più propriamente di una tecnica adatta alla produzione di un modello. Ciò ci conduce di nuovo a pratiche di fonderia non più in uso negli ultimi secoli.

- ▶ La composizione della lega, con un notevole contenuto di zinco e frazioni molto minori di stagno e piombo, è compatibile con quella di manufatti prodotti tra il XV e il XVIII secolo. Particolarmente significativo è il basso contenuto di stagno e piombo che, allo stato, sembra caratterizzare la produzione del Quattrocento e del Cinquecento. Se viceversa, si considera la lega un ottone prodotto attraverso una cementazione “sporca”, si è ancora portati ad una datazione non oltre il XVIII secolo, quando ha inizio la produzione industriale di zinco per distillazione a partire dalla calamina. A queste considerazioni, si aggiunga infine il fatto che, sulla base delle attuali conoscenze, la presente lega non si ritrova nella produzione della fonderia artistica degli ultimi due secoli.
- ▶ La tipologia e morfologia delle mineralizzazioni presenti, in superficie, ma soprattutto anche all’interno, sono frutto di lenti processi naturali. Esse sono di fatto riscontrabili solo in manufatti in lega di rame dopo alcuni secoli dal getto e non sono assolutamente riproducibili artificialmente.
- ▶ La composizione della terra di fusione in cui, accanto al gesso, si hanno una varietà di componenti minerali quarzosi e argillosi, unitamente alla miscelazione con fibre vegetali e animali richiama direttamente alle metodologie descritte nei trattati del Cinquecento (cimatura di panni). Ancora di più che per gli altri punti discussi, questo dato è compatibile con una collocazione dell’opera tra il XVI-XVII secolo..

In conclusione, tutti i dati analitici ricavati sono indubbiamente pertinenti e compatibili con una collocazione del manufatto tra il secolo XVI e parte del XVII. Un’approfondita indagine stilistica potrà ulteriormente restringere il margine di indeterminazione temporale.

M. Miccio

S. Siano