

8. *Testa maschile raffigurante l'imperatore Antonino Pio*
prima età antonina (138-161 d.C.)

tecnica/materiali

bronzo e bronzo dorato

dimensioni

47 × 25,4 × 26,2 cm

provenienza

Veleia (Piacenza), scavi nell'angolo nord-est del foro, maggio 1760

collocazione

Parma, Museo Archeologico Nazionale (inv. n. B1 559)

relazione di restauro

Roberta Conversi

relazione tecnico-scientifica

Marcello Miccio, Elisa Pucci, Stefano Sarri, Salvatore Siano; Salvatore Siano, Lorenzo Sanna, Juri Agresti

restauro

Stefano Sarri (Soprintendenza Archeologia della Toscana); Elisa Pucci

con la direzione di Virna Scarnecchia, la progettazione di Roberta Conversi, Virna Scarnecchia e Stefano Sarri, il coordinamento del progetto di Roberta Conversi

indagini analitiche e metodologie

Salvatore Siano, Juri Agresti, Marcello Miccio (Istituto di Fisica Applicata «Nello Carrara», CNR- Consiglio Nazionale delle Ricerche, Firenze)

rilievo 3D e video

Lorenzo Sanna (studio di architettura, Firenze), Giovanni De Stefano (3dSign Studio, Firenze)

Relazione di restauro

I restauri antichi e ottocenteschi e le prospettive di valorizzazione
di Roberta Conversi

Fin dal suo rinvenimento, la particolarità della tecnica di realizzazione della testa suscita l'interesse del conte di Caylus, che richiede continuamente che gli vengano inviati da Antonio Costa frammenti di manufatti da Veleia, da esaminare e studiare, che vengono mandati con fin troppa sollecitudine e abbondanza. Nel caso della testa l'obiettivo è trovare una modalità idonea per la pulitura della doratura, su cui si concentra la sperimentazione di Caylus. Costa stesso gli scriveva infatti nel gennaio del 1761: «Poiché però il prelodato sig. Ministro mi disse che se aveste avuto un altro frammento di metallo dorato di cui eravi una statua colossa, ed abbiamo la testa, una mano e parte del paneggiamento, aveste fatta una esperienza per ridurlo netto e pulito, e per scoprire tutta l'indoratura, perciò sotto il n. 13 ve lo spedisco, sperando che in seguito abbiate la bontà di comu-

nicarmi la maniera con cui ridurre a si desiderabil stato le riferite parti di detta statua» (RICCOMINI 2005, p. 24). Si poneva infatti fin da subito il problema del restauro e della messa in luce della doratura, problema che non si risolse tanto rapidamente. Il manufatto, insieme agli altri provenienti da Veleia, suscitava l'interesse degli studiosi del tempo e dei viaggiatori. Tuttavia della sua esposizione al pubblico e musealizzazione presso il Museo di Antichità di Parma si ha notizia solo indiretta da diari di viaggio. Paolo Maria Paciaudi, responsabile della seconda campagna di scavi di Veleia dopo Costa, nel 1764 in occasione della visita del duca di York a Parma allestisce nel museo un'esposizione dei bronzi e delle statue provenienti dagli scavi di Veleia, tra cui la testa di bronzo dorato; è il primo allestimento strutturato di cui si ha notizia. Da allora la testa è stata oggetto di alterne vicende e di restauri poco rispettosi, ora superati anche dal punto di vista tecnico. Ai primi dell'Ottocento, con l'avvento del dominio francese su Parma, insieme ad altri notevoli manufatti, come la *tabula alimen-*

taria, il ritratto viene inviato a Parigi presso il Musée Central des Arts, de la Monnaie, des Médailles dove, come si rammarica Pietro De Lama, nuovo direttore del Museo, era stato inviato intatto come era stato trovato, ma «[...] si volle restaurarlo, aggiungendovi il petto nudo». Questa integrazione parigina, insieme a una caduta che danneggia gravemente il ritratto, fanno sì che De Lama stesso stenti a riconoscere il pezzo al suo rientro a Parma (DE LAMA 1824, p. 167), tanto che è subito inserito in una campagna di restauri per essere esposto nella V sala del nuovo Museo Ducale luigino, nel 1818.

La testa venne integrata nella parte inferiore del viso, la metà del collo, dal mento alla bocca, con la copertura della lacuna presente sopra il capo, con una calotta di capelli con ciocca ricadente sulla fronte. Questi restauri integrativi e interpretativi, che si sono ispirati evidentemente al disegno di Giovanni Permolli, hanno stravolto la fisionomia del ritratto, su cui prevale il colore scuro delle integrazioni moderne, che insieme alle ossidazioni verdi del bronzo antico contribuiscono a

dare alla testa l'aspetto di un volto anziano, togliendone vivacità. Inserita in un busto di gesso dipinto, come la si vede in un'immagine del Museo del 1938, così rimase fino al 1964, quando fu esposta nel nuovo allestimento del Museo di Parma, curato dal direttore Antonio Frova e dall'architetto Leone Pancaldi, che in un'ottica di valorizzazione storico-artistica la espone nell'ultima stanza del piano nobile del Museo, visibile già dall'ingresso alle sale, come punto focale dello sguardo del visitatore. Il direttore Frova nella relazione al soprintendente del settembre 1964 descrive gli interventi minimi effettuati sulla testa per poterla esporre nel nuovo allestimento: è stata liberata dal busto in gesso dipinto, è stata asportata la barra di ferro arrugginito di fissaggio interno ed eliminata la pece alla base del collo. Tuttavia già Frova aveva chiaramente e precisamente indicato le problematiche del manufatto, evidenziando la necessità di un restauro conservativo, poiché ne rilevava le «condizioni piuttosto precarie» (cfr. lettera di Frova al soprintendente del 4 settembre 1964, C/6, Archivio stori-



1. Prima del restauro, fronte



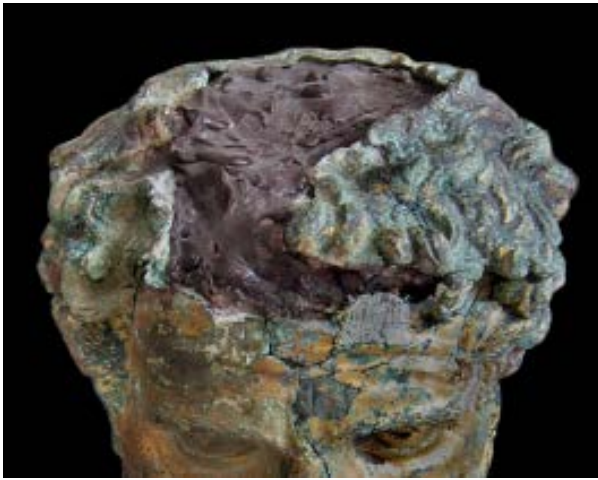
2. Prima del restauro, retro



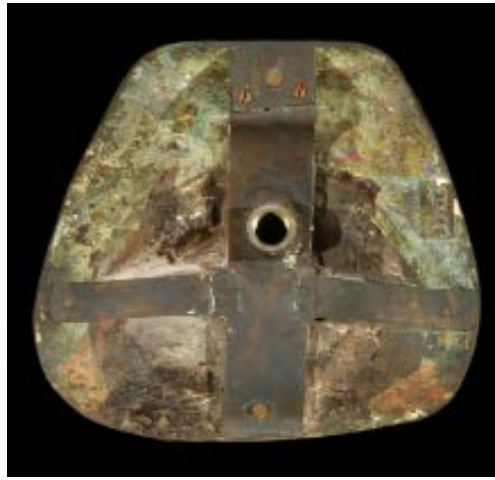
3. Prima del restauro, dettaglio delle zone più frammentate



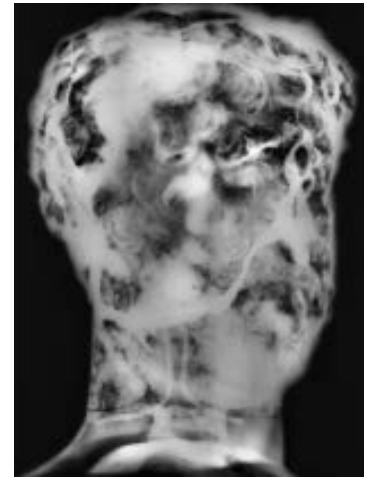
4. Prima del restauro, dettaglio delle zone più frammentate



5. Prima del restauro, materiali di riempimento affioranti sulla capigliatura



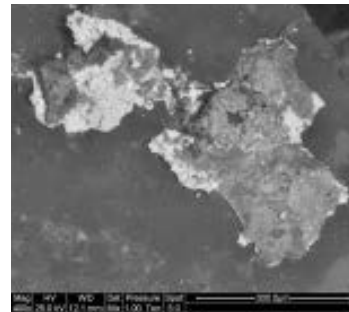
6. Prima del restauro, materiali di riempimento affioranti dalla sezione del collo



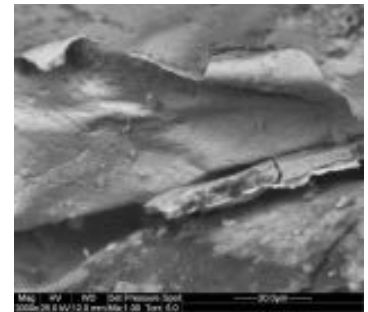
7. Prima del restauro, radiografia del busto



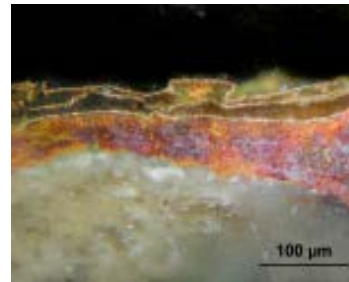
8. Prima del restauro, dettaglio della capigliatura



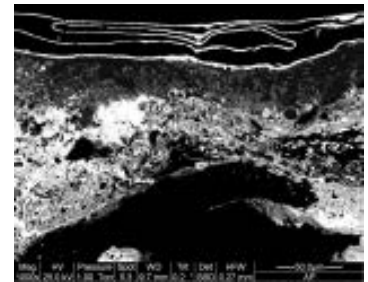
9. Prima del restauro, dettaglio della superficie dorata incrostata in microscopia elettronica



10. Prima del restauro, dettaglio della foglia d'oro in microscopia elettronica



11. Prima del restauro, sezione lucida di frammento dorato in microscopia ottica ed elettronica



12. Prima del restauro, sezioni lucide di frammenti dorati in microscopia ottica ed elettronica

co Museo Archeologico Nazionale di Parma), indicando un percorso che prevedeva l'esecuzione di analisi, lo svuotamento della testa dalla pece e la pulitura della doratura, per le quali chiedeva inutilmente finanziamenti. Pertanto dal 1964 al 2014, quando si è dato avvio al nuovo progetto di studio per l'analisi, la pulitura e il restauro, la testa è rimasta con l'aspetto di un bronzo fortemente integrato di cui ormai

non si percepiva più la doratura antica e l'alta qualità di esecuzione (fig. 6). Le analisi, la pulizia laser e il restauro, eseguiti in gran parte grazie alla possibilità di inserire la testa nel progetto *Restituzioni 2016* (cfr. contributo di Salvatore Siano in scheda storico-artistica) di Intesa Sanpaolo, oltre al fondamentale intervento conservativo, hanno restituito l'antico splendore aureo e la possibilità di avere una più cor-

retta percezione della fisionomia e dell'espressione del volto, ripulito dalle integrazioni di gesso e alleggerito delle integrazioni di bronzo, che sono state smontate nel corso del restauro. La possibilità di vedere la testa, seppur frammentaria e lacunosa, nell'aspetto in cui era stata realizzata in antico, ha permesso di apprezzare il ritratto di un uomo vigoroso dall'espressione fiera, seppur riflessiva, che bene orienta

alla sicura attribuzione fisionomica ad Antonino Pio e a una datazione definita all'interno del suo regno (cfr. contributo di Marco Podini in scheda storico-artistica). Il restauro ottocentesco aveva anche coperto il foro squadrato, di taglio regolare con margini ossidati, già presente sulla calotta fin dal momento della scoperta. Nonostante le accurate analisi eseguite, non si può affermare con sicurezza



13. Durante il restauro, trattamento di ablazione laser



14. Durante il restauro, esempio di avanzamento del trattamento di ablazione laser



15. Durante il restauro, esempio di avanzamento del trattamento di ablazione laser



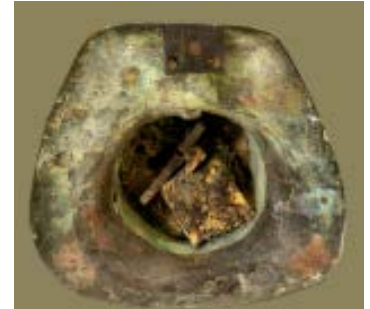
16. Durante il restauro, esempio di avanzamento del trattamento di ablazione laser



17. Durante il restauro, velinatura realizzata prima dello svuotamento



20. Durante il restauro, confroforma realizzata prima dello svuotamento



19. Durante il restauro, avanzamento dello svuotamento



20. Durante il restauro, avanzamento dello svuotamento

se questa apertura sia da mettere in relazione a esigenze tecniche di fusione o creata appositamente nella produzione, con un taglio nella cera predisposto su commissione, per far fronte a successive esigenze espositive e di ancoraggio di una statua di grandi dimensioni. A conclusione del restauro si è deciso di rispettare l'assetto storicizzato della testa e sono state rimosse le integrazioni, seppure senza renderle solidali con l'originale. Si è ritenuto infatti corretto far prevalere l'esigenza di restituire al pubblico la piena leggibilità della scultura, ottenuta in passato con l'integrazione di tutte le lacune, per restituire una forma compiuta

e completa, seppure con un'alterazione parziale della fisionomia. Si è coniugata questa esigenza di fruizione con la necessità di rispettare, non in modo asettico ma valorizzandola, la scultura antica, che ora è emersa in tutto il suo splendore e con chiara espressione fisionomica. È stata effettuata una ripresa fotografica del pezzo prima del restauro, con restituzione 3D, a memoria esatta di come si presentava prima dell'ultimo intervento e che sarà utile per una modellazione di nuove integrazioni. Ora il manufatto è in sicurezza e ben leggibile. Le analisi effettuate e la documentazione acquisita possono essere la base di partenza per un progetto

successivo che preveda la sostituzione delle integrazioni antiche con soluzioni più attuali e meno invasive, che diano compattezza al volto senza alterarne la fisionomia.

Relazione tecnico-scientifica

Stato di conservazione e restauro del busto di Antonino Pio
di Marcello Miccio, Elisa Pucci, Stefano Sarri, Salvatore Siano

Il restauro del busto di Antonino Pio è stato eseguito a Firenze, presso il Centro di Restauro della Soprintendenza Archeologia della Toscana, con il contributo analitico

e metodologico dell'Istituto di Fisica Applicata, la partecipazione di professionisti e la supervisione della Soprintendenza Archeologia dell'Emilia Romagna. L'intervento ha riguardato la pulitura delle superfici, l'eliminazione dei materiali interni, il consolidamento delle parti mobili e la realizzazione di un nuovo supporto. Si è trattato di operazioni particolarmente complesse, portate a termine grazie all'esperienza dei restauratori, ad accurate caratterizzazioni materiche (esame delle superfici, rilievo 3D, radiografia X, sezioni lucide, analisi delle leghe) e all'utilizzo dell'ablazione laser.



21. Durante il restauro, rimontaggio dei frammenti



22. Durante il restauro, rimontaggio dei frammenti



22. Durante il restauro, integrazione con resina poliesteri (prima del ritocco)



24. Durante il restauro, nuova struttura in acciaio integrata con il precedente supporto



25. Durante il restauro, nuova struttura in acciaio integrata con il precedente supporto

Stato di conservazione

Aspetti strutturali

L'opera si compone di una parte originale antica in bronzo dorato riassembleta da molti frammenti, e di due grosse integrazioni in lega di rame (nella capigliatura e nella parte bassa, rispettivamente). La notevole frammentazione (in particolar modo nelle zone della fronte, del naso e del profilo destro) e la distribuzione delle molte fratture della parte originale sono compatibili con l'ipotesi di una caduta accidentale dopo il ritrovamento, seguita da un restauro ricostruttivo e successive manutenzioni. Le evi-

denze più significative, che di fatto provano un avvenimento di danno meccanico violento nei secoli scorsi, è dato dalla ridotta spaziatura tra i frammenti (linee di giunto molto strette) e dagli spigoli vivi di questi ultimi.

Tali caratteristiche sono compatibili con la rottura di un bronzo molto corroso e fragile come quello del busto di Antonino Pio con evidenti craterizzazioni, crescite minerali e spallazioni da corrosione profonda (figg. 1-4).

In detti interventi pregressi, le molteplici lacune sono state integrate con gesso, resine naturali ed

epossidiche a imitazione del modellato e l'interno della scultura è stato interamente riempito usando diversi materiali, al fine di supportare i frammenti e consolidare l'opera. Un tale riempimento era ben visibile al di sotto della grossa integrazione metallica appoggiata sulla capigliatura, e all'interno di quella della parte bassa (collo e petto), subito sotto la struttura in ferro di supporto che ospita il foro filettato per l'attacco della base (figg. 5-6). Il completo riempimento della scultura è risultato evidente all'esame radiografico preliminare, che ha anche permesso di riconoscere qualche

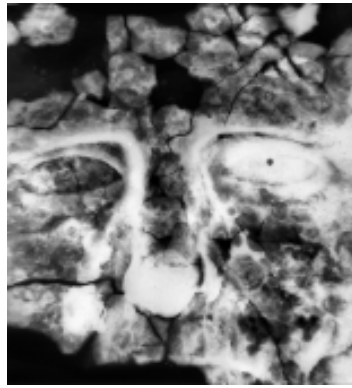
elemento strutturale, come ad esempio un ferro ripiegato per rinforzare l'ancoraggio della parte bassa rifatta a quella originale (fig. 7).

Doratura

Prima del presente intervento, la doratura della parte originale e le sue lacune erano pressoché completamente coperte da tenaci concrezioni terrose, strati organici e depositi, che apparivano particolarmente consistenti sul modellato della capigliatura e della barba (fig. 8). L'osservazione in microscopia ottica ed elettronica ha permesso di riconoscere la presenza di una



26. Prima del restauro, dettaglio della superficie interna della testa



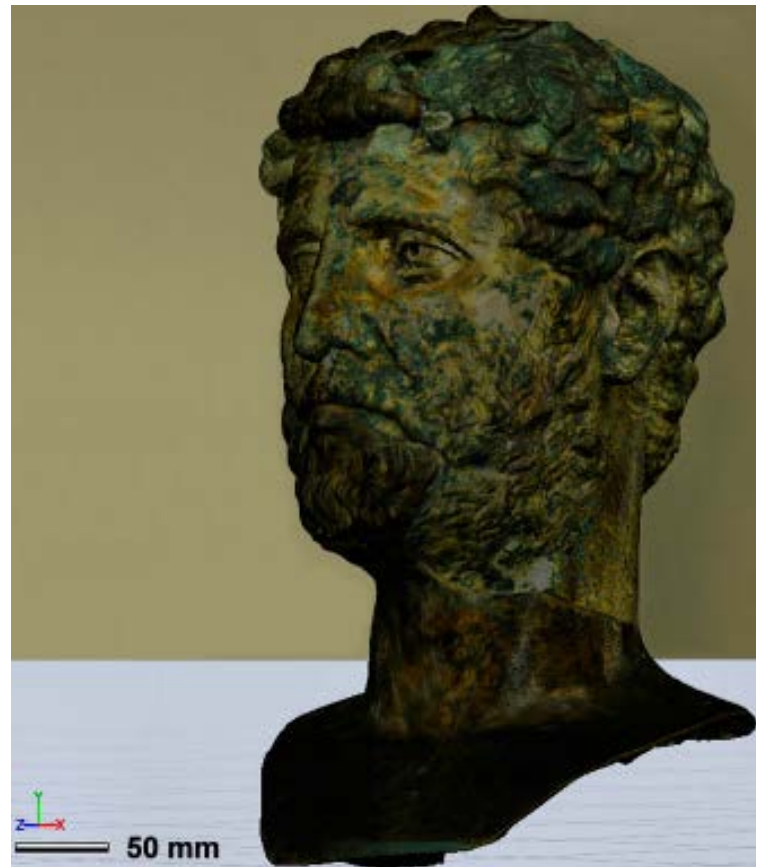
27. Prima del restauro, dettaglio radiografico della sola parete del viso dopo lo svuotamento



28. Modello 3d eseguito nel corso del restauro strutturale (si nota la velinatura e l'apertura sulla fronte)



29. Modello 3d eseguito prima del restauro strutturale



30. Modello 3d eseguito nel corso del restauro strutturale

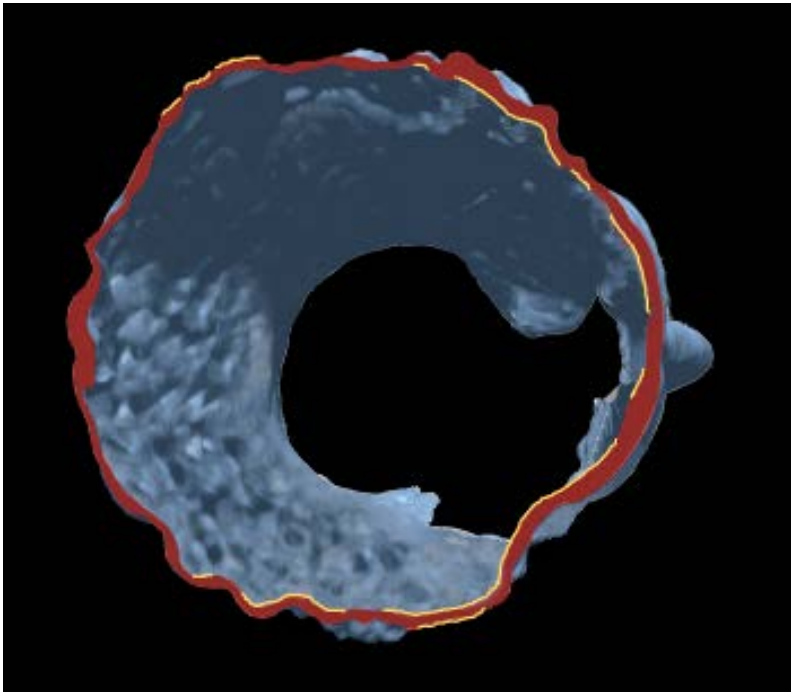
doratura a foglia (figg. 9-12), probabilmente applicata mediante stesura meccanica e brunita con un opportuno arnese levigato. Nei campioni analizzati, il singolo film d'oro è risultato, infatti, di uno spessore molto ridotto (sono stati misurati spessori di foglia variabili, orientativamente, da 0,1 a 2 μm), non distante da quello tipico della foglia d'oro medioevale e rinasci-

mentale (MERZENICH 1996) e a diretto contatto con l'ossido rameoso (cuprite) del substrato mineralizzato. Inoltre, in più casi sono state osservate sovrapposizioni multiple dovute a ripiegature della foglia e/o a più applicazioni successive, senza alcuna evidenza di residui che potessero far pensare a una stesura di colla naturale (missione).

Il trattamento laser

Il ridotto spessore dell'oro, il suo scarso grado di adesione e la presenza di molti sollevamenti, unitamente alla frammentarietà e all'avanzato stato di corrosione del substrato bronzeo, hanno reso la rimozione delle incrostazioni particolarmente critica. Dopo una serie di prove comparate che hanno subito portato a escludere un approccio chimi-

co, stante il rischio di rimozione della fragile doratura e scomposizione incontrollata dei vari frammenti, si è deciso di utilizzare principalmente l'ablazione laser, limitando l'uso del bisturi e dell'ablatore a ultrasuoni al solo alleggerimento in talune zone molto stratificate, poi rifinite anch'esse mediante irraggiamento laser. Com'è noto, i trattamenti laser sono stati largamente validati



31. Sezione orizzontale del modello 3D. I tratti in giallo indicano le zone non rilevate nella scansione e completate arbitrariamente. Anche le lacune del rilievo in secondo piano sono state arbitrariamente integrate.

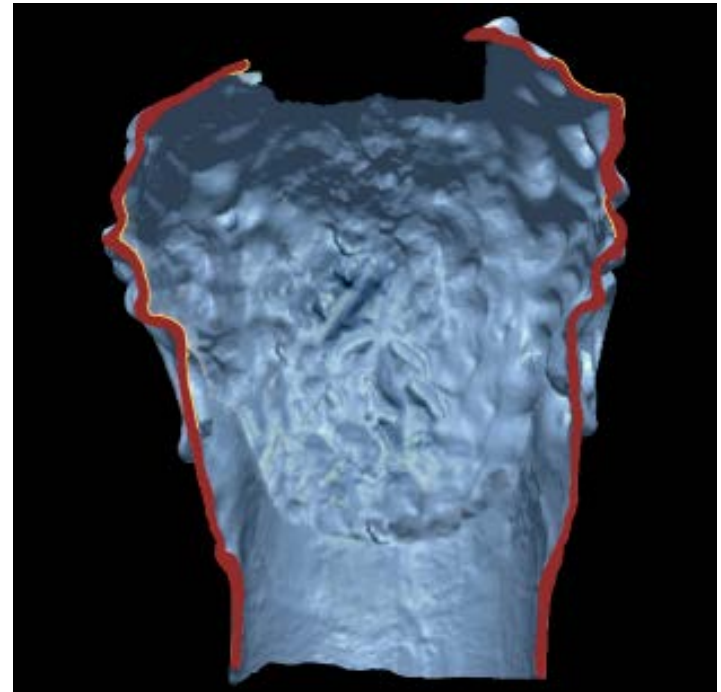
nel corso degli ultimi quindici anni su una serie di capolavori dorati rinascimentali (SIANO, SALIMBENI 2001; SIANO, SALIMBENI, PINI, GIUSTI, MATTEINI 2003; SIANO, GRAZZI 2007). È utile sottolineare, però, che un tale approccio è stato qui impiegato per la prima volta nel restauro di un bronzo dorato antico che presentava problematiche conservative molto diverse e per certi versi più complesse di quelle affrontate in dette opere rinascimentali (figg. 13-16).

Il trattamento ablativo è stato eseguito con un sistema laser Nd:YAG del tipo Long Q-Switched denominato EOS 1000 LQS, della ditta EL.En. S.p.A., Calenzano (SALIMBENI, PINI, SIANO 2003), operando in condizioni di massima sicurezza a bassi valori di fluensa e di frequenza di ripetizione. Questa soluzione, i cui dettagli tecnici saranno riportati in altra sede, ha permesso un recupero di leggibilità della superficie largamente superiore a quanto ottenibile con tecniche tradizionali. Particolarmente sorprendente la salvaguardia di zone di doratura relativamente ben conservate anche al

di sotto delle stratificazioni coerenti presenti sulla capigliatura e la barba.

Svuotamento e restauro strutturale

Al fine di poter operare lo svuotamento della scultura in completa sicurezza, la zona più frammentata (naso, fronte e profilo destro) è stata preventivamente velinata con consolidante in soluzione acquosa, in modo tale da preservare la forma ed evitare possibili scomposizioni, e collocata in una controforma per attutire le sollecitazioni meccaniche. Si è proceduto quindi alla graduale e delicata rimozione meccanica della struttura interna, usando piccoli scalpelli. Essa è risultata costituita da un asse di legno inglobato in miscele composte di resine naturali, gesso, sabbia fine e stoppa. La realizzazione di un tale supporto si rese verosimilmente necessaria, a valle del citato danneggiamento accidentale, per sostenere i molti frammenti connessi tra loro e integrati con resina e gesso, come anche per rendere solidale la parte originale al modellato moderno (collo e mento; figg. 17-20).



32. Sezione verticale del modello 3D. I tratti in giallo indicano le zone non rilevate nella scansione e completate arbitrariamente. Anche le lacune del rilievo in secondo piano sono state arbitrariamente integrate.

Al termine dello svuotamento, la parte interna della parete metallica è stata sottoposta a una leggera pulitura aeroabrasiva che ha restituito una superficie di aspetto scuro conferito da uno strato di tenorite. Le lacune più ampie sono state reintegrate con resina poliesterica, smontando e rimontando i singoli frammenti e correggendo la posizione di alcuni di essi, in accordo con gli attuali standard del restauro. La resina è stata finita e armonizzata cromaticamente in superficie per ridurre l'impatto estetico della sua tonalità grigio opaco, molto contrastante con quella della doratura, restituendo così coerenza meccanica e completezza di lettura dell'opera.

È stato infine realizzato un prolungamento in acciaio del vecchio sostegno all'interno del collo. Quest'ultimo entra nella testa e ne impedisce l'oscillazione con una seconda asta trasversale terminata con due controforme in resina a contatto con la parete interna della testa all'altezza delle orecchie (figg. 21-23).

Interpretazione del procedimento esecutivo del busto di Antonino Pio di Salvatore Siano, Lorenzo Sanna, Juri Agresti

Nel presente intervento di restauro sono state ricavate una serie di informazioni dimensionali e materiche che consentono di interpretare il procedimento esecutivo dell'opera. Si fa qui riferimento in particolare alla modalità di preparazione della cera di fusione ricavata dall'esame dell'interno della testa, delle radiografie e del rilievo 3D, come anche all'analisi della lega utilizzata per la fusione ottenuta attraverso la spettroscopia di plasma indotta da laser (AGRESTI, MENCAGLIA, SIANO 2009), brevemente indicata LIPS o LIBS.

L'osservazione delle sezioni di rottura dei vari frammenti e della sezione del collo ha evidenziato spessori del metallo relativamente ridotti (2-4 mm). Per la fusione è stata utilizzata una lega ternaria con un contenuto medio rispettivo di stagno e piombo di circa 8,8% e 4,7% (percentuale in peso), sufficiente a conferire un'ottima fluidità



33. Dopo il restauro

tà al metallo fuso. Queste caratteristiche non sono comuni nei grandi bronzi imperiali, generalmente più spessi e con contenuti sia relativi (rispetto allo stagno) che assoluti (rispetto al rame) di piombo parecchio più elevati (RIEDERER 1999). Per le due integrazioni metalliche moderne (collo e capigliatura) sono state utilizzate leghe di rame a prevalente contenuto di zinco (ottoni con composizioni pressoché coincidenti: zinco 23,8%, stagno 1,3%, piombo 2,6%).

Come indicato sopra, la superficie interna della parete metallica appare scura per la presenza di uno strato di tenorite (ossido rameico da mettere in relazione con operazioni di riparazione a caldo di lacune) ed è morfologicamente ben conservata. Al tatto, le sue ondulazioni, che riproducono quelle della cera di fusione, sembrano seguire molto fedelmente il modellato dell'opera, finanche quello in bassorilievo delle ciocche di peli della barba (fig. 26).

Informazioni qualitative sulla distribuzione degli spessori sono state ottenute dall'esame radiografico, che ha messo in luce notevoli disomogeneità, sia su scala ma-

croscopica che su minuti dettagli del modellato, e la mancanza di scorrimenti evidenti di cera fusa, tipici della formatura a sciacquo (fig. 27).

Un'analisi esaustiva degli spessori è stata condotta sfruttando il rilievo digitale 3D, utilizzato anche per documentare dal punto di vista dimensionale e cromatico lo stato del manufatto prima, durante e dopo l'intervento strutturale. Si è utilizzato a tal fine uno scanner a brandeggio manuale del tipo range camera a luce strutturata (Artec Eva, risoluzione 3D di 0,5 mm, accuratezza puntuale 3D di 0,1 mm) con acquisizione simultanea delle coordinate RGB (figg. 28-30).

L'indagine tecnologica è stata condotta sul modello 3D della parte originale acquisito nel corso del restauro strutturale del busto, a valle della rimozione dei materiali di riempimento. In questo caso è stata eseguita anche una scansione, seppure parziale a causa dei sottosquadri, della superficie interna, estendendo così la documentazione dimensionale agli spessori di gran parte delle zone della parete bronzea (lo spessore non è misurabile in zone non rilevate a causa

dei sottosquadri), che è di importanza cruciale per l'interpretazione del procedimento fusorio (figg. 31-32). L'esame delle sezioni del modello ha confermato la perfetta corrispondenza tra i rilievi esterni con gli incavi interni e viceversa, come anche l'incompatibilità con una formatura a sciacquo, che normalmente tende a riempire le rientranze più piccole del calco. Il tipo di modulazioni di spessore osservato è invece compatibile con una formatura in calco mediante applicazione manuale (a pressione) della cera, condotta in modo minuzioso al fine di realizzare una parete il più possibile sottile e omogenea. L'azione meccanica è riconoscibile in talune zone delle sezioni e della superficie interna della testa.

Il procedimento di formatura, la parete metallica molto sottile, l'utilizzo di una lega bronzea ternaria con poco piombo, l'accurata finitura della superficie metallica e la ricca doratura sostanziano l'alto livello tecnico del busto di Antonino Pio, che è stato quindi molto probabilmente eseguito in una delle principali fonderie dell'Impero. Per ricavare maggiori informazioni sul grado di utilizzo di una lega

'quasi ellenistica' e dei procedimenti fusori e di doratura qui identificati, occorrerà confrontare le caratteristiche descritte con quelle di altri bronzi dorati di dimensioni simili al presente, a partire dai cinque busti del Museo di Santa Giulia a Brescia.

Bibliografia di riferimento

P. DE LAMA, *Guida del forestiere al Ducale Museo d'antichità di Parma*, Parma 1824.

V. MERZENICH, *Dorature e policromie delle parti architettoniche nelle tavole d'altare toscane fra Trecento e Quattrocento*, «Kermes», 26, 1996, pp. 51-71.

J. RIEDERER, *La composizione delle leghe dei grandi bronzi romani*, in *I grandi bronzi antichi: le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'età arcaica al Rinascimento*, a cura di E. Formigli, Siena 1999.

S. SIANO, R. SALIMBENI, *The Gate of Paradise: Physical Optimization of the Laser Cleaning Approach*, «Studies in Conservation», 46, 2001, pp. 269-281.

R. SALIMBENI, R. PINI, S. SIANO, *A Variable Pulse Width Nd: YAG Laser for Conservation*, «Journal of Cultural Heritage», 4, Suppl. 1, 2003, pp. 72-76.

S. SIANO, R. SALIMBENI, R. PINI, A. GIUSTI, M. MATTEINI, *Laser Cleaning Methodology for the Preservation of the Porta del Paradiso by Lorenzo Ghiberti*, «Journal of Cultural Heritage», 4, Suppl. 1, 2003, pp. 140-146.

A.M. RICCOMINI, *Scavi a Veleia. L'archeologia a Parma tra Settecento e Ottocento*, Bologna 2005.

S. SIANO, F. GRAZZI, *Optimised Pulse Duration for the Laser Cleaning of Oil Gilding*, «Nuovo Cimento C», 30, 2007, pp. 123-128.

J. AGRESTI, A.A. MENCAGLIA, S. SIANO, *Development and Application of a Portable LIPS System for Characterising Copper Alloy Artefacts*, «Analytical and Bioanalytical Chemistry», 395, 2009, pp. 2255-2262.