

# DONATELLO

---

## IL DAVID RESTAURATO



FIRENZE  
MUSEI

 GIUNTI

## DAVID DI DONATELLO: INDAGINE SUL PROCEDIMENTO ESECUTIVO

Salvatore Siano, Juri Agresti, Marco Ferretti, Sonia Mugnaini, Marcello Miccio\*

Sulle conoscenze tecniche di Donatello fonditore disponiamo di poche testimonianze. Le indagini archivistiche provano la sua presenza nella bottega del Ghiberti nei primi anni del Quattrocento, durante la realizzazione della seconda porta del Battistero di Firenze<sup>1</sup>.

Il suo esordio nella scultura bronzea con il *San Ludovico da Tolosa*, commissionato dai guelfi per il loro tabernacolo in Orsanmichele attorno al 1421 e terminato nel 1425<sup>2</sup>, è di fatto pressoché coincidente con l'avvio del sodalizio con Michelozzo (dal 1424 al 1433 quello ufficiale<sup>3</sup>), già noto esperto fonditore, anch'egli formatosi nella bottega del Ghiberti. Da questo momento in poi Donatello si dedicherà in maniera crescente alla scultura bronzea, fino a diventare in tale ambito il più prolifico artefice del primo Rinascimento.

Nonostante ai ben noti primati artistici siano immediatamente associabili peculiarità tecniche non riferibili ad altri artefici contemporanei<sup>4</sup>, più di un autore, in forma più o meno esplicita, ha inteso trasmettere l'idea che Donatello non si intendesse o, forse meglio, non si occupasse di procedimenti fusori in prima persona, così come sembra trascurasse altri aspetti pratici del lavoro<sup>5</sup>. Una tale tendenza è stata certamente alimentata dalla vicinanza di una figura di alto livello tecnico e manageriale come Michelozzo prima e dal soggiorno padovano di Donatello poi, durante il quale l'artista poté intraprendere una produzione straordinaria di opere bronzee anche grazie al contributo di fonditori e altri artigiani locali<sup>6</sup>. Verosimilmente, è proprio sulla base delle testimonianze raccolte a Padova che Pomponio Gaurico nel *De Scultu-*

*ra*, mentre affronta le varie fasi del procedimento fusorio, giunto alle tecniche di colata sentenza: «Queste conoscenze mancarono a Donatello, che non praticò mai fusioni in prima persona, ma si servì sempre dell'opera di fonditori di campane<sup>7</sup>. Questa frase "a effetto", totalmente fuori contesto, che in certa misura stride con la posizione dominante dello scultore nell'analisi storico-artistica di Gaurico<sup>8</sup>, potrebbe essere intesa come una prova evidente di quanto la fama di Donatello echeggiasse ancora a Padova dopo circa cinquant'anni dalla sua partenza per Firenze e oltre trenta dalla sua morte, piuttosto che come una testimonianza attendibile sui suoi limiti tecnici. Viceversa, quest'ultima interpretazione è stata ritenuta verosimile da qualche autore.

La assume per valida Massimo Leoni, rappresentante di quella transizione dall'approccio empirico a quello scientifico nello studio delle tecniche della fonderia artistica rinascimentale, altro frutto degli eventi disastrosi dell'alluvione di Firenze. Leoni si spinge ad affermare che «l'artista forniva cioè al fonditore la sua opera in gesso, terra od altro materiale»<sup>9</sup> e quindi affidava a lui tutte le fasi successive di calco, formatura delle cere, costruzione dell'anima, canalizzazione, costruzione del mantello e getto. Se così fosse, ogni considerazione tecnica sui bronzi di Donatello riguarderebbe il fonditore di turno, con poca speranza di trovare linee di continuità al di là dei possibili tratti caratterizzanti il primo Rinascimento.

L'idea che Donatello non fondesse le sue opere ha ricevuto in passato anche qualche attenzione da parte degli storici, mentre sembra predominare oggi la figura di un ar-

tefice che dispone di conoscenze tecniche non eccellenti, per dirla eufemisticamente, e che non ama, ovvero trascura, la perfetta nettatura e finitura delle superfici<sup>10</sup>. Completamente archiviato quindi, da ambo le parti, l'appassionato resoconto biografico del Vasari che nel celebrare le prerogative dell'artista e dell'uomo non manca di sottolineare le sue capacità tecniche e il grande spirito sperimentale. Lo fa parlando di un'opera tarda come la *Giuditta* («Questa fu da Donato talmente condotta, che il getto venne sottile e bellissimo, et appresso fu rinetta tanto bene, che meraviglia grandissima è a vederla») e attraverso l'aneddoto riguardante l'esecuzione di una testa per un mercante genovese («una testa di bronzo quanto il vivo, bellissima, e per portarla lontano sottilissima»). In questo secondo caso la sottigliezza, intesa inequivocabilmente come ridotto spessore delle pareti, e quindi la delicatezza del getto, è sottolineata anche dall'epilogo in cui l'artista, offeso dal mercante, distrugge la sua opera: «Dato d'urto alla testa, subito su la strada la fece ruinare, della quale se ne fer molti pezzi».

Questa sorta di problematica "attributiva" che insiste sui bronzi di Donatello non potrà trovare soluzione attraverso la sola analisi della tradizione e ancora meno sulla base di assunti mai sottoposti a verifica. Un contributo di chiarezza è atteso dallo studio tecnologico o archeometallurgico<sup>11</sup> delle opere, condotto attraverso un'accurata osservazione obiettiva e l'indagine strumentale. Nel caso dell'*Amore-Attis*, un tale approccio ci ha permesso di riconoscere la mano dell'autore in una varietà di particolari tecnici<sup>12</sup>. Così, ad esempio, l'allestimento del modello

in cera evidenzia l'intervento dell'artista in fase di modellatura diretta, a valle delle operazioni di formatura indiretta, unitamente a un modo di procedere affine a quanto già intuito da Bearzi per la *Giuditta*<sup>13</sup>. Importante anche l'utilizzo di leghe e terre di fusione completamente in linea con l'ambito tecnologico ghibertiano, nonché un modo di finire a freddo a scalpello e cesello che sembra rappresentare una vera e propria caratteristica dell'autore e non semplicemente l'evidenza di un limite tecnico. Si converrà infatti che l'ottenimento di superfici ben levigate costava molto poco al maestro, potendo contare su schiere di laboriosi aiutanti. Dopo una breve sintesi della caratterizzazione dello stato di conservazione che ha preceduto e accompagnato l'intervento di restauro del *David* di Donatello appena terminato<sup>14</sup>, in questo contributo focalizziamo l'attenzione sull'interpretazione del procedimento esecutivo dell'opera. Alle problematiche interpretative sopradette, si aggiungono qui questioni di datazione e funzione della scultura<sup>15</sup> che in qualche misura l'indagine tecnologica può aiutare a risolvere. Per evitare equivoci, sarà bene sottolineare che le tecniche di datazione disponibili oggi non possono venire in soccorso in questo caso. Sia se si considerasse l'analisi, peraltro mai provata, del carbonio-14 estratto dai residui carbonizzati dell'anima di fusione, sia se si misurasse su quest'ultima la termoluminescenza<sup>16</sup>, i margini di precisione finale sarebbero troppo ampi per gli scopi attuali. Niente datazione quindi, qualcosa si potrà dire invece sull'ipotizzato utilizzo della scultura a ornamento di una fontana<sup>17</sup>, come pure sul numero di elementi di fusione<sup>18</sup>, ma anche e soprattutto in che relazione sta l'esecuzione del *David* con le metodologie operative utilizzate per le altre opere di Donatello e più in generale per i grandi bronzi del Quattrocento fin qui studiati.

#### Stato di conservazione

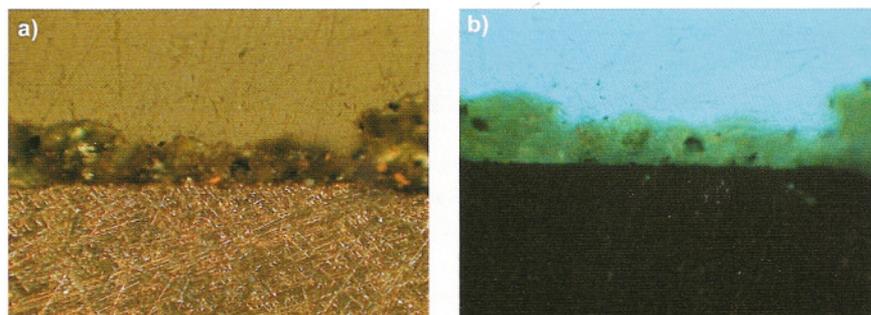
All'inizio del presente restauro, le superfici del *David* di Donatello erano ricoperte in modo disomogeneo da una evidente patinatura scura, apparentemente assimilabile a quelle

già incontrate nel caso dell'*Amore-Attis*<sup>19</sup>, del *David* del Verrocchio<sup>20</sup> e di opere lapidee, come ad esempio i *Santi quattro coronati* di Nanni di Banco<sup>21</sup>, che sono state spesso indicate con il termine bronzatura. Un'approfondita analisi stratigrafica, composizionale e microstrutturale ha consentito di ricavare un quadro completo delle stratificazioni presenti. Come ormai di norma, sia l'indagine sullo stato di conservazione che lo studio metallurgico sono stati condotti con approcci non invasivi. In particolare, è stato prelevato un ridotto numero di frammenti metallici (sette) di dimensioni non superiori a circa 2 x 2 x 1 mm<sup>3</sup>, in modo comunque da non essere visibili in normali condizioni di fruizione. Le analisi sono state effettuate utilizzando microscopia ottica in normali condizioni di illuminazione artificiale, in luce polarizzata, per identificare la tessitura ed eventuali componenti petrografiche, e in luce ultravioletta per verificare il grado di fluorescenza degli strati individuati. Si è fatto inoltre largo uso della microscopia elettronica equipaggiata con apparato per la misura della composizione elementare e della diffrattometria a raggi X per l'identificazione delle componenti minerali. Su qualche campione sono state inoltre condotte analisi di spettrofotometria infrarossa e gascromatografia per il riconoscimento delle componenti organiche. L'indagine ha permesso di classificare tre tipologie di stratigrafie rappresentative. In gran parte delle zone analizzate, come ad esempio sul cappello, la spada e la sezione del collo della testa di Golia, è stato individuato un unico strato di applicazione costituito da minuti granuli di quarzo, calcite e

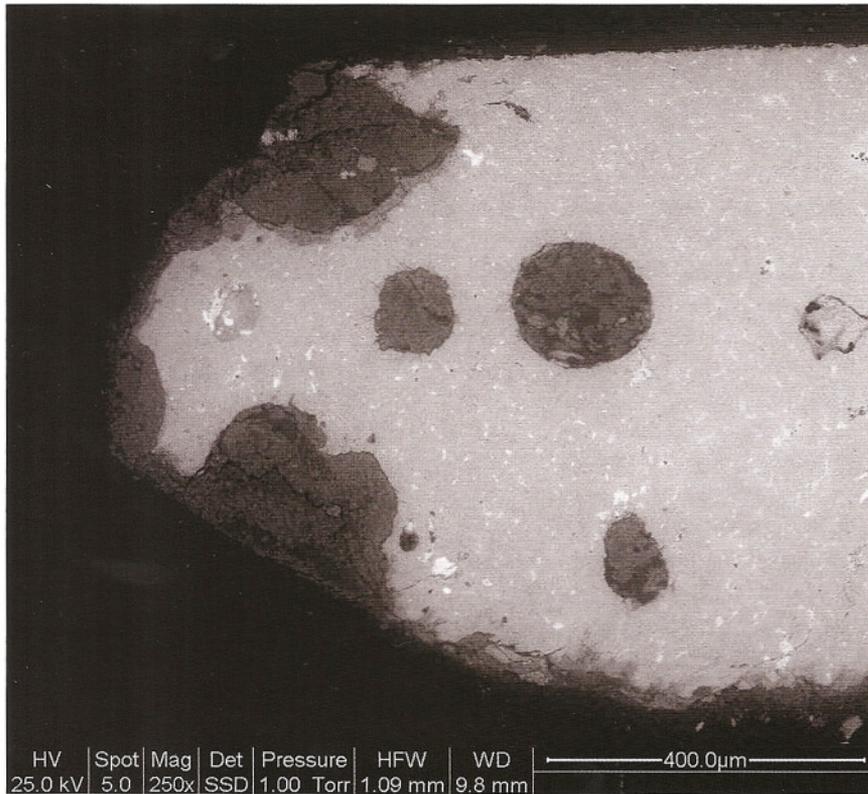
gesso microcristallino (in ordine di abbondanza), unitamente a un carico di ocre e nero carbone, aggregati da una talvolta corposa matrice organica. Lo spessore di questo strato, dove prelevabile e misurabile, è risultato di 30-70 µm, ma già a occhio nudo erano ben evidenti sull'opera lacune e assottigliamenti in varie zone, fino alla totale mancanza, come su gran parte del viso<sup>22</sup>. La fig. 1 mostra un dettaglio stratigrafico di un campione prelevato dalla grossa rifusione della cupola del cappello, al di sopra del metallo si nota appunto una sottile patinatura bruna (spessore al centro 30 µm circa) con componenti terrose, ocre e nero carbone, parzialmente infiltrata da prodotti di corrosione verdastri del substrato metallico. La fluorescenza giallastra in condizioni di illuminazione con luce ultravioletta segnala la natura organica del legante.

L'analisi di diffrattometria a raggi X, eseguita su diversi campioni, ha permesso di identificare i seguenti minerali: quarzo (predominante), calcite, gesso, alluminosilicati, ossalati di calcio, verosimilmente derivanti da parziale mineralizzazione della matrice organica, e in qualche caso prodotti di corrosione (essenzialmente cloruri di rame).

Il legante è stato caratterizzato mediante spettrofotometria infrarossa e gascromatografia eseguite su due campioni prelevati sul torace, in vicinanza della mano sinistra e sull'elmo di Golia, rispettivamente. In entrambi i casi è stata identificata una miscela di olio di lino e colofonia. L'analisi ha anche evidenziato la presenza di cera d'api, riferibile evidentemente a operazioni di manutenzione.



1. Aspetto microscopico in sezione lucida di un campione metallico prelevato dalla cupola del cappello (rifusione): a. in normali condizioni di illuminazione; b. con illuminazione UV



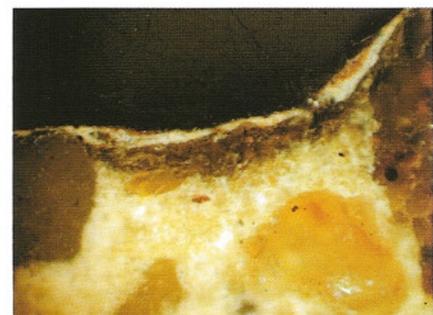
2. Osservazione in microscopia elettronica della sezione lucida di un campione proveniente dalla parte bassa della figura di David, in vicinanza del piede destro: dettaglio che evidenzia la presenza della patinatura, fessurazioni del metallo da lavorazione meccanica, fenomeni di corrosione penetrante e di terra intrappolata nelle macroporosità della matrice metallica

Nel caso di fig. 1 il substrato metallico si presenta compatto e in buono stato di conservazione, con un sottilissimo strato di ossidazione superficiale. Una situazione simile è stata riscontrata anche per due campioni prelevati dalla spada, in una zona che è risultata poi di rifusione, e per un campione tratto da un elemento di rifusione della sezione del collo di Golia. Viceversa, il campione prelevato in vicinanza del piede destro, pertinente alla fusione principale, è risultato molto poroso con microfratture prodotte dalla finitura a freddo e con fenomeni corrosivi più marcati. Inoltre, come si osserva nel dettaglio di fig. 2, le macroporosità appaiono piene di materiale terroso.

Nella seconda tipologia stratigrafica alla bronzatura si aggiunge un livello costituito essenzialmente da gesso. L'ipotesi più plausibile è che si tratti di materiale residuo di un calco. È stato trovato nei sottosqua-

dra e soprattutto sotto l'ala sinistra dell'elmo di Golia e l'adiacente gamba destra. Il terzo tipo di stratigrafia è invece di non facile spiegazione. Essa è stata individuata essenzialmente nella parte bassa e in particolare sulla ghirlanda. Un esempio eloquente è quello di fig. 3. Come si vede, si tratta di una stratificazione relativamente spessa (circa 1 mm nella zona centrale di fig. 3) che riempie parzialmente i sottosquadra del rilievo, con maggiore consistenza lungo il bordo superiore del fogliame della ghirlanda "di alloro". La peculiarità è data dall'aggregato relativamente grossolano in una matrice di aspetto biancastro che separa gli strati alti di patinatura e manutenzione dallo strato verdastro di mineralizzazione in basso, che segnala la vicinanza al substrato metallico. Le analisi in sezione sottile hanno evidenziato che l'aggregato è tenuto assieme principalmente da materia organica, ma anche da calcite. Per dirla in breve,

si tratterebbe di una specie di "intonachino" la cui adesione al substrato metallico è assicurata più da una colla che da calce. Si può affermare con certezza che non si tratta di un accumulo naturale e che non ha relazione con i residui di gesso di cui sopra, ma è assolutamente arduo andare oltre queste evidenze. Il dato comunque non è isolato, dal momento che la stessa situazione è stata riscontrata anche per altri due campioni provenienti sempre dalla ghirlanda.

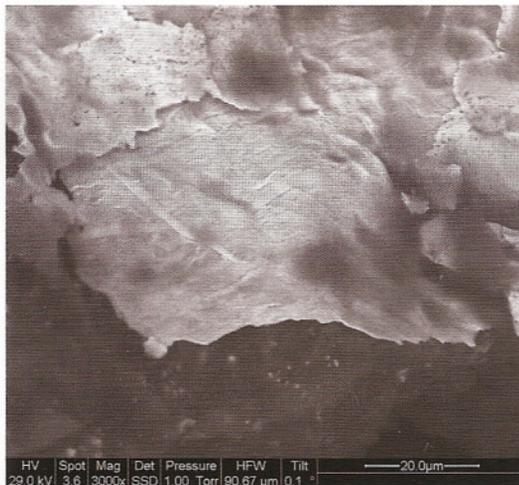


3. Tipo di stratificazione trovata sulla ghirlanda. Dal basso verso l'alto si distinguono: una matrice biancastra che aggrega grani silicatici e calcite, infiltrata nella parte bassa da minerali di rame provenienti dal substrato; la patinatura o bronzatura simile a quella di fig. 1; uno strato protettivo con un livello discontinuo di ocre soprastanti



4. Dettaglio in microscopia elettronica che mostra la doratura a foglia ricoperta dalla patinatura a matrice organica

5. Dettagli in microscopia elettronica che mostrano la tessitura superficiale e l'espessore della doratura



È un qualcosa di intermedio tra un "intonachino" e una "verniciatura" grossolana, ma non sappiamo se questo materiale è giunto a riempire i sottosquadra del modellato accidentalmente, oppure se si tratta di un'applicazione intenzionale. Stante quanto già emerso sul gruppo del Danti<sup>23</sup> e sul gruppo del Rustici sulla facciata del Battistero

di Firenze, dove è stata appunto dimostrata la presenza di strati intenzionali di questo tipo evidentemente volti a conferire alle sculture un "aspetto lapideo".

Nelle future ricerche sul *David* donatelliano occorre tenere in considerazione quest'ultimo dato, che allo stato non dimostra nulla, ma nemmeno può essere considera-

to fuorviante. Per ora non conviene spingersi oltre.

Passiamo infine alla doratura. In alcune zone della capigliatura, a un'osservazione ravvicinata, essa era già riconoscibile al di sotto della patinatura scura. L'analisi preliminare condotta utilizzando uno strumento portatile per la misura della fluorescenza X ha permesso l'identificazione di zone dorate anche sulle foglie della corona "di mirto" e sulla barba di Golia.

Si tratta di una doratura a foglia applicata verosimilmente "a missione", ossia utilizzando un collante naturale. In fig. 4 la si vede sporgere al di sotto della bronzatura che appare qui come un film con un profilo reso irregolare dall'aggregato minerale di cui sopra (fig. 1). L'espessore della foglia, che già si apprezza in fig. 4 è ancora più evidente dai dettagli in fig. 5 relativi a un campione prelevato a valle del delicato intervento di pulitura laser che ha permesso il recupero quasi integrale dei relitti di doratura. Questa è stata infatti pesantemente danneggiata dal degrado naturale, dalle operazioni di pulitura

del passato, dal calco, dall'applicazione della patinatura, di cere e quant'altro. A testimonianza di questi maneggiamenti non solo le mancanze, ma anche il fatto che in alcuni campioni la doratura è stata trovata al di sopra della patinatura, dov'è arrivata per trasporto durante la stesura, o al di sotto dello strato di gesso di cui sopra.



6. Chiodo distanziatore (a) e foro (b) presenti nella lastra metallica di base

**Primo esame obiettivo  
per l'interpretazione della tecnica**

L'opera è stata naturalmente realizzata attraverso un procedimento fusorio a cera persa per sculture cave. Lo testimoniano i numerosi chiodi distanziatori individuati duran-

te il restauro – uno di essi è mostrato in fig. 6a – e restituzioni plastiche come quella di fig. 6b, dove la parete di cera del modello di fusione è stata bucata verosimilmente con un arnese appuntito leggermente riscaldato.

Com'è noto, l'opera ha un'altezza totale di circa 160 cm, solo di poco superiore a quella del soggetto, essendo questo sollevato dal piano della colonna di supporto solo di circa 5 cm. Il suo peso è di circa 238 kg. Già a colpo d'occhio si riconoscono sulla scultura varie fratture, mancanze, integrazioni e tassellature che evidenziano una fusione problematica. Esaminiamola dal basso verso l'alto.

- Il gruppo si sviluppa su una ghirlanda pressoché circolare il cui diametro esterno frontale è di circa 52,5 cm, quello laterale di circa 50,5 cm, dove il circa va inteso ovviamente nell'ordine del centimetro. Essa è cava e presenta, internamente all'anello della decorazione vegetale (raffigurante foglie di alloro e bacche avvolte a spirale con un nastro), due lastre di chiusura di spessore omogeneo (attorno a 1 cm) con grossi fori al centro che formano un corpo unico con la ghirlanda propriamente detta (fig. 7): quella inferiore, che chiameremo di supporto poiché separata dalla colonna che sostiene la scultura solo da alcune bacche sporgenti che fungono da piedini, e quella superiore dove poggia la figura principale e la testa mozza, che chiamere-

mo di base. In accordo con le altezze riportate poco sopra, quest'ultima è separata dal piano di appoggio sulla colonna di circa 6 cm.

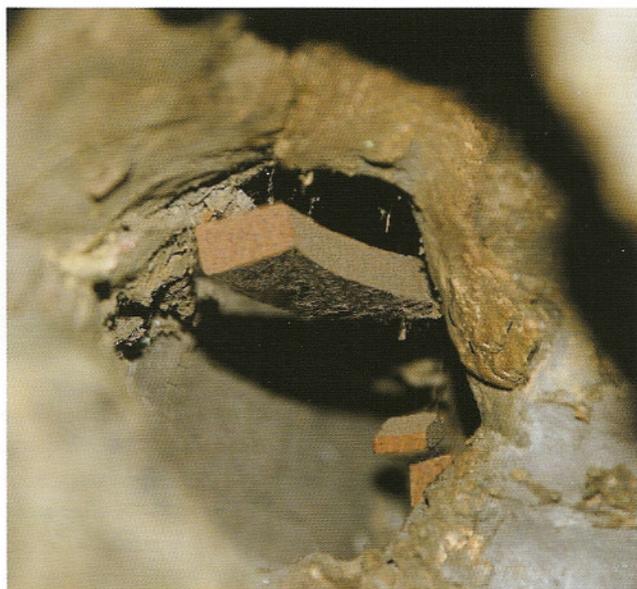
- La plastica di queste due lastre metalliche ha restituito in gran dettaglio il profilo superficiale delle corrispondenti lastre in cera utilizzate nel modello. Ben evidenti su quella di supporto i solchi radiali lasciati da una rasatura dentata e schizzi di cera riconoscibili anche sulla faccia inferiore della lastra di base, con la differenza che qui i solchi appaiono unidirezionali (fig. 7). Si notano inoltre le sezioni di ingresso di vari canali di fusione.

- Il foro nella lastra di supporto è poligonale e relativamente ampio (circa 31 cm l'asse minore), quello nella lastra di base ha una forma ovoidale più regolare ed è più stretto (circa 15 cm l'asse minore). Da quest'ultimo sporgono due lembi metallici con tipico aspetto da rifusione che appaiono ancorati al bordo da ore undici a ore quattro e a ore sei, rispettivamente, nella vista di fig. 7. Sono gli agganci (saldature fredde) che bloccano il gruppo soprastante, che è stato quindi "gettato sopra" la ghirlanda già fusa in precedenza.

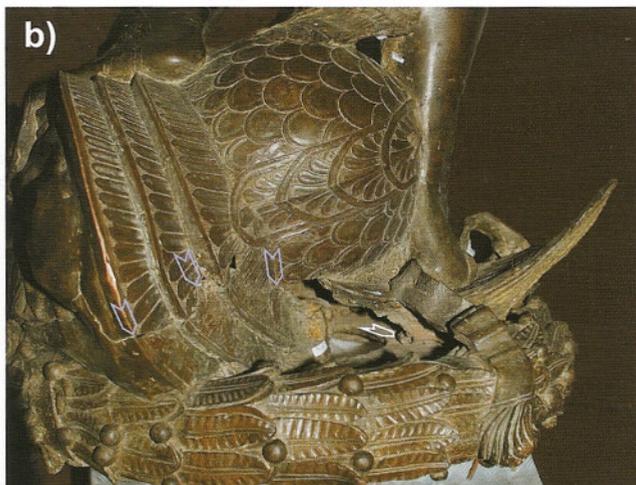
- Dal di sotto si può anche osservare l'interno della testa di Golia e brevi tratti delle gambe di David. Dalla destra sporge una barra di ferro e poco sopra ce n'è un'altra terminata a forma di U (fig. 8), come una specie di chiave.



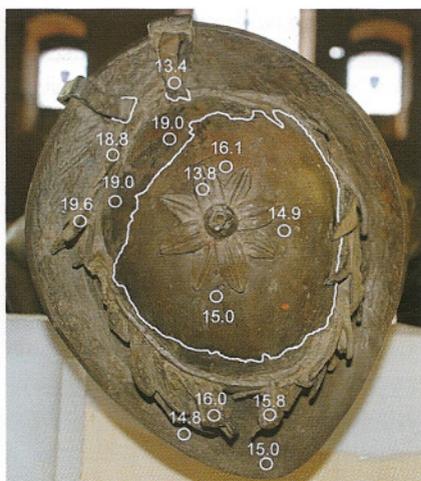
7. Vista della ghirlanda dal di sotto, con David in posizione supina



8. Ferri presenti all'interno del piede destro



9. Fronte e retro della parte bassa. Nella prima, le frecce indicano una linea di separazione tra la ghirlanda e il gruppo soprastante, nella seconda tra l'ala destra dell'elmo di Golia su cui poggia il piede destro di David e la ghirlanda e tra due diversi elementi di fusione della testa di Golia



10. Vista dall'alto del cappello, le linee bianche indicano la grossa rifusione centrale e i punti di attacco, sempre per rifusione, del nastro e degli anelli che sorreggono la nappa. Numeri e cerchi si riferiscono alla misura delle correnti indotte commentate più oltre

- L'esame della parte bassa della scultura, in vicinanza del piano di base, rivela che non ci sono altri punti di attacco delle due figure alla base metallica. Le frecce in fig. 9a segnalano la posizione corrispondente all'ancoraggio principale, mentre quello più piccolo deriva dalla rifusione della parte (lato destro) del paranuca dell'elmo di Golia, la cui linea di separazione dalla parte princi-

pale è segnalata in fig. 9b da frecce viola. Il punto di aggancio alla base cade in corrispondenza del rettangolino bianco. La freccia bianca invece indica la linea di separazione tra l'ala destra dell'elmo di Golia "schiacciata" dal piede di appoggio di David (il destro), vale a dire che in questa zona le due parti non si sono imparentate o ancorate, come molto probabilmente voleva il fonditore.

- Accanto alle grosse riparazioni di mancanze nella zona bassa dell'elmo e della sezione del collo di Golia sono riconoscibili, a un'osservazione ravvicinata, i rifacimenti della barba, a livello del contatto con il piano di base, di larghe porzioni della spada e del tallone destro.

- Salendo lungo la figura si incontrano le più evidenti e ben note riparazioni di difetti di fusione presenti sul *David*, più volte menzionati in letteratura. Si tratta delle due grosse integrazioni di forma quadrilatera sulla coscia destra e di quella a forma di triangolo stonato sulla coscia sinistra, che rappresenta però solo l'apice di una grossa topa che dalla base del triangolo corre fino al ginocchio. C'è poi una lunga frattura longitudinale da ritiro che va dall'apice del triangolo al polso sinistro e le riparazioni di entrambe le mani. Salendo ancora si incontrano altri difetti e riparazioni più difficilmente riconoscibili, la piccola lacuna nella gola, forse chiusa inizialmente a stucco o affini, per terminare con la grossa rifusione del

cappello mostrata in fig. 10. Fermiamoci qui, non è notizia nuova, ci sono stati grossi problemi nella fusione del *David*.

La capigliatura non presenta difetti rilevanti, a parte la mancanza di due punte che appaiono "spezzate". Queste erano inizialmente presenti poiché se ne può vedere chiaramente l'impronta sottostante (fig. 11). Le ciocche corrono sul profilo delle spalle, ma ne rimangono in massima parte separate. Ciò è evidenziato in fig. 11, sia per la situazione che si osserva al di sotto della punta di ciocca mancante che dall'inserimento di una spatolina al di sotto della punta adiacente.



11. Dettaglio della capigliatura sulla spalla sinistra con una ciocca rotta (freccia) e una completamente staccata della parete sottostante

## Esame radiografico

L'opera è stata sottoposta a un accurato esame radiografico utilizzando un tubo a raggi X duri (300 keV). Purtroppo l'elevato spessore delle pareti metalliche del busto non ha consentito l'esplorazione delle rispettive strutture interne<sup>24</sup>, ma il dettaglio ottenuto della parte periferica ha fornito dati fondamentali sulla preparazione delle cere, la costruzione dell'anima di fusione e su vari altri aspetti strutturali.

In fig. 12 si vedono due immagini radiografiche della ghirlanda irraggiata dall'alto verso il basso. Nella zona del fogliame il metallo assume uno spessore notevole con modulazioni che seguono perfettamente il rilievo del modellato. Notevole è anche lo spessore in corrispondenza del nastro uscente sul retro che, meglio di altre zone, mette in luce la sovrapposizione dell'elemento in rilievo sul piano di base. Questo dato rimanda dritto a una modellatura diretta della cera della ghirlanda, in accordo con le tracce di spianamento e i tagli già osservati sulla lastre di supporto e di base. Esso non può però essere generalizzato, dal momento che la ghirlanda costituisce una fusione indipen-

dente da tutto il resto, diciamo subito, perfettamente eseguita.

In fig. 12 sono anche ben evidenti gli ancoraggi a caldo, da ore nove a ore due (corrispondente a ore undici-quattro in fig. 7) e a ore otto (corrispondente a ore sei nella fig. 7). Intuibile anche la rifusione della barba sulla parte frontale (ore nove-dieci).

La fig. 13 riporta due inquadrature della parte bassa del gruppo restituite per maggiore chiarezza in negativo, modo di visualizzazione in cui la diminuzione di spessore, non l'aumento come nel caso precedente, è resa da un aumento di luminosità. Così, ad esempio, la zona più spessa in fig. 13a è l'ala sinistra dell'elmo di Golia, che è una zona di fusione piena. Similmente alla ghirlanda, anche qui gli spessori salgono in corrispondenza dei rilievi e diminuiscono nei sottosquadra.

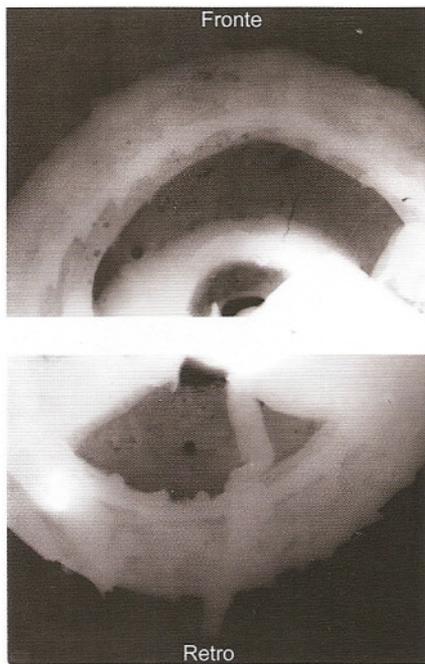
Salta immediatamente agli occhi un'enorme differenza rispetto alla ghirlanda. Si osserva infatti un getto molto poroso. Come abbiamo già avuto modo di osservare per la Porta del Paradiso<sup>25</sup> e, come suggerisce la fig. 2, queste porosità, di forma molto varia, non sono cavità da ritiro o bolle d'aria, bensì esse sono date dalla grossa quantità di particolato terroso e frammenti litici inglobati nel metallo.

Materiale proveniente dall'erosione dell'anima durante lo scorrimento del metallo fuso. La radiografia di fig. 13a rende bene il ferro presente nello stinco destro e le rifusioni in vicinanza della caviglia. Non si osservano due ferri come in fig. 8, verosimilmente a causa della sovrapposizione nella presente inquadratura. In fig. 13b si vede invece che la sezione del collo di Golia con terminazioni della barba è stata aggiunta al resto già fuso a mo' di tappo. Ancora porosità del metallo, ma in misura minore, nelle radiografie delle gambe (fig. 14). Si osserva la continuazione dei ferri che costituiscono lo scheletro dell'anima di fusione nella gamba destra e di una corrispondente situazione nella gamba sinistra. Stranamente, in quest'ultima, il ferro principale termina poco sotto il ginocchio, dove si nota anche una riparazione a freddo con un tassello poligonale. I due tratti bianchi allineati tra loro e con un ulteriore tratto curvo al di sopra del tassello sono quasi certamente da riferire a un ulteriore piccolo elemento in ferro dello scheletro, un grosso fil di ferro.

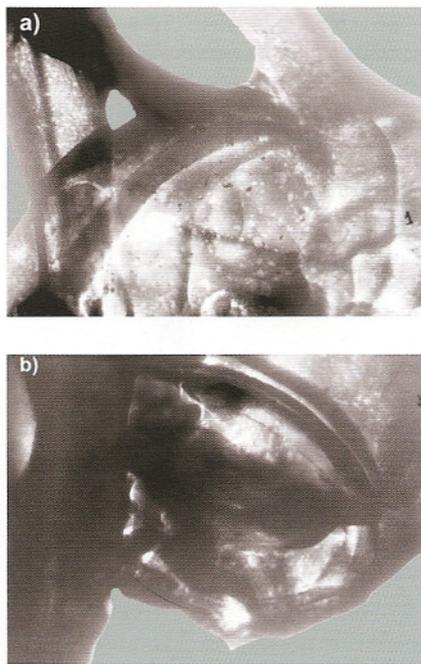
La struttura in ferro è verosimilmente riunita a livello dell'addome, poi riparte verso la testa e dirama a livello del collo verso le braccia. Tutto ipotetico naturalmente, dal momento che, come già detto, nella zona del busto gli spessori sono tali da impedire la penetrazione dei raggi X. Il supporto strumentale è invece chiarissimo per le braccia e la testa (figg. 15-16).

Ci sono ferri ripiegati, variazioni di spessore di parete notevoli e grosse bave nelle articolazioni superiori, mentre le porosità diminuiscono. Si riconosce un ferro principale e un grosso filo nel braccio destro, filo che è molto probabilmente arrotolato attorno alla barra centrale in quello sinistro. Questa seconda lettura è suggerita dalle evidenti ondulazioni del profilo e della sua struttura a spirale.

All'interno della testa il ferro centrale svolge un arco convesso verso il viso (fig. 16) e poi un arco più piccolo in direzione opposta per presentarsi con la sezione quasi allineata alla terminazione floreale del cappello. Le macroporosità sono rare. Il fiore sul cappello presenta un foro cieco che assieme alla presenza dell'anima archivia definitivamente l'ipotesi che questo abbia avuto la funzione di ugello di una fontana (vedi nota 17).



12. Radiografie della ghirlanda



13. Dettagli radiografici in negativo della parte bassa: a. vista frontale; b. vista laterale



todi per ridondanza, che già non sarebbe male, ma per raggiungere la massima copertura della superficie e affidabilità del dato analitico. A tal fine abbiamo anche sfruttato le informazioni quantitative ricavate dall'esame in microscopia elettronica di sei dei sette frammenti metallici prelevati per lo studio dello stato di conservazione e da due campioni di truciolo presi al di sotto della ghirlanda e sottoposti ad analisi spettrochimica tradizionale<sup>28</sup>. La fig. 10 mostra la mappatura delle correnti indotte al di sopra del cappello. Per quanto ci riguarda qui, numeri significativamente diversi sono associabili a leghe e operazioni fu-

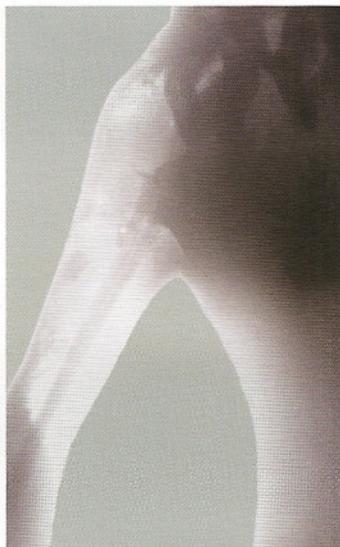
14. Radiografie delle gambe

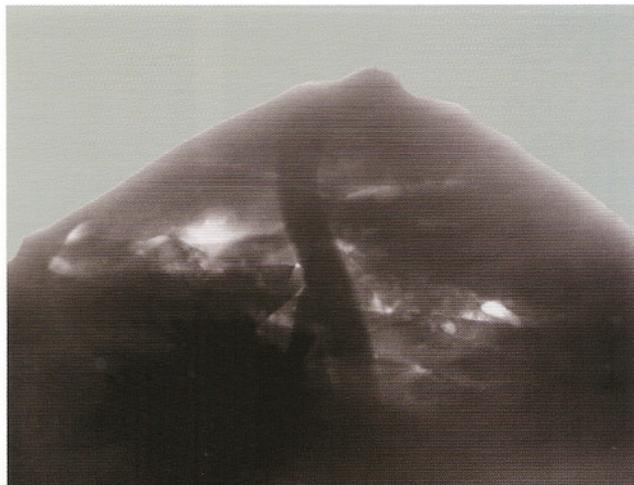
15. Radiografie delle braccia in negativo

#### Analisi delle leghe

In linea con il principio tassativo di minima invasività, le leghe sono state analizzate come segue. Abbiamo inizialmente ricavato informazioni qualitative utilizzando uno strumento portatile per la misura delle cosiddette correnti indotte<sup>26</sup>, che non comporta alcun campionamento di materiale. Successivamente, siamo passati all'indagine semi-quantitativa mediante uno strumento portatile basato su spettroscopia di fluorescenza X che, similmente, non produce alcun effetto sul materiale analizzato, e quindi a un approccio quantitativo mediante spettroscopia di plasma indotto da laser. Quest'ultima comporta un'ablazione di materiale su scala micrometrica e per questo è definita microdistruttiva, ma si può certamente ancora parlare di non invasività dal momento che gli spot prodotti sulla superficie sono praticamente invisibili a occhio nudo. È un approccio innovativo applicato qui per la seconda volta a un bronzo rinascimentale, dopo l'esperienza del gruppo del Danti<sup>27</sup>.

Le tre tecniche utilizzate sono complementari per varie ragioni. Così, ad esempio, la scarsa capacità di quantificazione delle prime due è bilanciata dal maggiore volume analizzato rispetto alla terza, la grande dipendenza della fluorescenza X dai primi strati superficiali può essere superata dalla spettroscopia di plasma. Ci sono poi problemi pratici di accessibilità dei siti da indagare con l'una o l'altra tecnica e così via. Insomma, non abbiamo usato tre me-



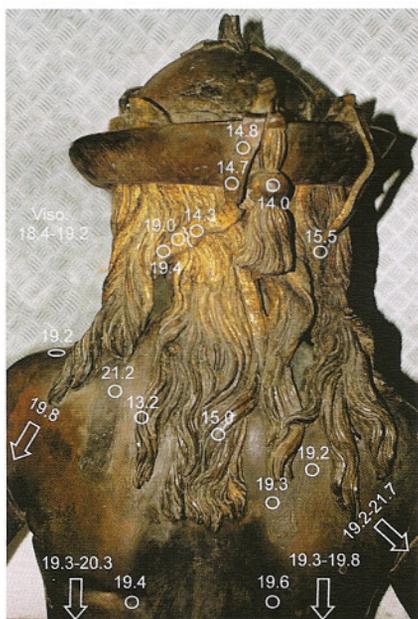


16. Radiografia della testa e dettaglio della cupola in negativo

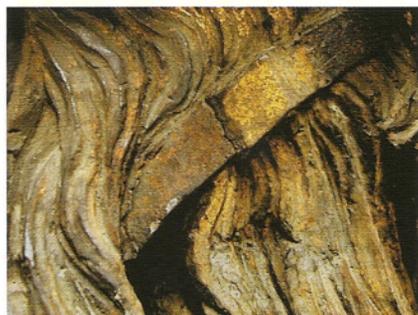
sorie diverse. Si nota quindi la differenza tra l'integrazione rispetto al resto della cupola e alla corona "di mirto", come pure rispetto all'attacco del nastro discendente sulla nuca e poi verso la spalla sinistra (fig. 17) per terminare sul petto con una piccola nappa. La composizione del nastro è nella parte alta pertinente a quella dei capelli, ma cambia bruscamente prima di infilarsi sotto la chioma che scende sulla spalla sinistra, in corrispondenza di una evidente ribattitura meccanica (fig. 18). Ben distinta la composizione del busto rispetto ai capelli (fig. 19), puntualmente verificata sul davanti dove si scopre una riparazione a livello dell'ascella sinistra, non individuata nella prima ispezione a occhio nudo. Ci sono poi i famosi difetti di fusione sulle cosce. Per la toppa più grande che scende dall'inguine destro è stato misurato un valore massimo di 74, che fa pensare a un materiale molto poco alligato, quasi rame, e a un inserimento meccanico.

Passiamo quindi a riassumere le analisi semiquantitative e quantitative delle leghe, argomento molto importante ai fini di una completa interpretazione dei procedimenti esecutivi dell'artefice che, come già emerso nelle due sezioni precedenti, sembra essere anche autore.

La lega principale utilizzata per la fusione del *David* è ternaria, costituita cioè da rame (Cu), stagno (Sn) e piombo (Pb). La sintesi dei risultati della fluorescenza X eseguita lungo il fianco sinistro dell'opera è riporta-



17. Misura di correnti indotte sul retro



18. Avvicinamento meccanico di due tratti del nastro di sinistra

ta in tab. 1. Per aiutarne la lettura, è stato utilizzato lo sfondo rosa per quella che appare essere la lega principale, lo sfondo celeste per le rifusioni e la ghirlanda che esibiscono una composizione abbastanza simile.

Il notevole contenuto di ferro e le forti variazioni sono verosimilmente dovuti al carico cromatico della patinatura, rimossa solo su parte del fianco sinistro quando sono state effettuate queste misure. La variabilità del piombo è invece determinata sia dalle variazioni nelle leghe che dalla spiccata tendenza di questo elemento ad accumularsi in superficie. È più cauto, per il piombo, considerare i valori minimali piuttosto che quelli alti. Lo stagno è qui un po' più affidabile per stabilire differenze di leghe, anche se anch'esso tende a segregare in superficie.

Ciò premesso, per la lega principale del gruppo si può assumere la seguente composizione grossolana: 3% di stagno, 5% di piombo, 93% di rame. La ghirlanda e le rifusioni presentano un contenuto maggiore di stagno e di piombo (tab. 1).

La spettroscopia di plasma ha fornito dati coerenti. La composizione media del getto principale è la seguente: 3,45 di stagno e 4,41 di piombo. Anche i dati relativi alle rifusioni più grosse sono abbastanza stabili, per cui ha ancora senso considerare la media: 6,89 di stagno e 5,25 di piombo. Per la ghirlanda: 7-8% di stagno e 4-6% di piombo. L'elevato contenuto di stagno dell'arco di ancoraggio e la non coincidenza con la lega prin-

Tabella 1. Composizione delle leghe ottenute mediante analisi di fluorescenza X condotta lungo il fianco sinistro

Siti	Zona	Fe [%]	As [%]	Ag [%]	Sn [%]	Sb [%]	Pb [%]
1-4	Cupola rifusa	1.4	0.1	0.2	5.7	0.2	7.2
5-7	Cappello	1.5	0-0.2	0.1	2.6	0.1	2.9-5.2
9	Attacco nappa	2.2	0.3	0.2	5.2	0.2	9.1
10-12	Nastro discendente di dx	1.2	0.1-0.4	0.2	4.7	0.2	4.2-8.4
13, 15	Foglie di mirto	2.2	0.2-0.6	0.1	3.2	0.2	7.4-9.1
16-25	Fianco sx da vicino mano sx a metà coscia, lato ext	0.3-0.8	0.0	.16	2.8	0.2	5.5
26	Chiodo distanziatore coscia sx	49.8	0.0	0.1	2.0	0.1	3.7
27-30	Gambale sx	1.6	0.0	0.1	2.2	0.1	1.4-4.0
31	Golia, rifusione barba	3.7	0.0	0.2	3.2	0.2	9.0
32	Golia, baffo sx	2.1	0.0	0.2	2.6	0.2	5.2
33	Golia, punta elmo	1.7	0.0	0.2	2.4	0.2	5.7
34-35	Ghirlanda	1.5	0.0	0.2	6.4	0.2	5.0-9.0
36	Pietra nella mano sx	0.6	0.0	0.2	4.3	0.2	7.1
37	Malleolo mano sx	10.8	0.0	0.2	3.2	0.2	3.7
38	Malleolo mano sx, vicino polso	1.53	0.0	0.1	2.8	0.2	2.9
39	Mignolo mano sx	2.13	0.0	0.2	3.5	0.2	6.8
40-41	Avambraccio sx	0.6	0.0	0.2	3.2	0.2	4.9
42	Spalla sx	0.7	0.0	0.1	3.7	0.2	4.5
43	Petto a sx sterno	1.3	0.0	0.1	3.1	0.1	3.8
44	Addome	2.1	0.0	0.1	2.9	0.2	3.8
45	Ciocca capelli	1.4	0.0	0.2	4.2	0.2	4.3

cipale del gruppo è probabilmente dovuto a un effetto di segregazione.

I rapporti principali ricavati in microscopia elettronica e riassunti in tab. 3 supportano queste quantificazioni. Si nota in particolare la congruenza tra i campioni prelevati in grosse rifusioni (L1, L2 e L11) e i corrispondenti dati di spettroscopia di plasma (DXXII, DXXXII, D4-D6). I due campioni analizzati con tecnica tradizionale hanno restituito le seguenti composizioni: 10,1% di stagno e 6,09% di piombo quello prelevato sull'arco di ancoraggio del gruppo alla ghirlanda, 7,43% di stagno e 6,34% di piombo quello prelevato sulla lastra di supporto. In perfetto accordo con i dati ricavati da spettroscopia al plasma.

#### Anima di fusione

Nella sezione dedicata all'esame radiografico abbiamo già presentato la struttura dello scheletro in ferro presente all'interno dell'opera. Esso ha fatto da supporto a un

miscuglio terroso refrattario, comunemente detto terra di fusione, che è ancora presente in gran quantità dalla testa alle ginocchia. La parte bassa è stata svuotata a valle della fusione, come si osserva nelle figg. 6-8, ma una notevole quantità di terra di fusione è rimasta attaccata alle pareti. Essa è stata analizzata con gli strumenti e i metodi della petrografia.

Consideriamo qui i risultati ottenuti per due campioni prelevati in vicinanza dell'ancoraggio (fig. 7) e dalla ghirlanda. Il primo presenta una colorazione rosata relativamente omogenea, a eccezione di un esiguo spessore, all'immediato contatto con la superficie metallica, dove la colorazione appare grigiastra. La terra proveniente dalla ghirlanda, prelevata in un punto lontano dal contatto con la parete, mostra invece una colorazione grigio-nerastra omogenea.

All'osservazione microscopica (fig. 20), l'anima di fusione proveniente dal piede mostra uno scheletro granulare immerso in una matrice microcristallina argillosa. Le dimensioni dei grani sono in gran parte com-

prese tra pochi  $\mu\text{m}$  e circa 80  $\mu\text{m}$ , mediamente 20-40  $\mu\text{m}$ , e con un minor quantitativo di granuli di dimensioni superiori a 120  $\mu\text{m}$  fino a circa 300  $\mu\text{m}$ . Sono per il 70% monocristalli e aggregati di quarzo e per il resto K-feldspati, miche bianche, biotite, monocristalli di calcite, rari cristalli di plagioclasio, minerali accessori quali rutilo e zircono. A questi componenti monomineralici si aggiungono rarissimi frammenti litici e di cocciopesto.

La matrice microcristallina che tiene assieme tutto questo è pigmentata da ossidi di ferro diffusi. All'immediato contatto con la parete metallica la matrice è pressoché amorfa e caratterizzata da una elevata porosità irregolare. La composizione chimica rilevata in microscopia elettronica è coerente con l'utilizzo di un'argilla povera in calcio (tab. 4). Nell'insieme i granuli esibiscono due isorientazioni dominanti, a circa 30-45° rispetto alla superficie di contatto con il metallo.

La terra proveniente dalla ghirlanda esibisce aspetti petrografici del tutto simili per quanto riguarda i granuli dello scheletro. Dif-

Tabella 2. Composizione delle leghe ottenute mediante spettroscopia di plasma indotto da laser in varie zone della scultura

Siti	Zona	Sn [%]	Pb [%]
DXXII	Cupola rifiusa	7.12	5.33
DXXIV	Cupola di prima intenzione	4.33	5.39
DXXIII	Foglia di mirto	4.78	3.40
DXXV	Nastro discendente di dx	6.63	4.89
DXXVI	Nastro discendente di dx, più in basso	6.65	4.03
DXXXII	Prima ciocca retro spalla sx	5.94	3.90
DXXXIII	Vicino al precedente	6.65	4.24
D21	Zona lombare a sx	2.59	2.42
D19	Bicipite sx	5.61	5.80
D18	Avambraccio sx	2.72	3.64
D14	Pietra	3.44	5.77
D15	Pietra	3.48	5.55
D16	Mano sx, dito medio	3.51	3.15
D17	Mano sx, indice	3.28	2.96
D22	Gluteo sx	3.25	3.48
D23	Gluteo sx	2.78	4.64
D11	Natica sx	3.27	6.90
D12	Coscia sx, in alto	3.54	3.59
DVI	Coscia sx	3.08	3.50
DVIII	Coscia sx	4.12	3.73
DX	Gambale sx, decorazione	2.84	5.43
D10	Caviglia sx	3.41	7.07
DXXIX	Elmo Golia	4.02	4.55
D3	Golia barba, in alto	3.81	4.34
D4	Golia, sezione collo	6.89	5.89
D5	Golia, sezione collo	6.89	6.39
D6	Golia, sezione collo	5.56	6.74
D1	Golia rifusione barba	8.23	5.57
D2	Golia, rifusione barba	8.29	5.57
DXIII	Arco di ancoraggio	9.69	5.54
DXIV	Lastra di base	8.01	5.95
DXV	Lastra di supporto	7.20	4.32

Tabella 3. Composizione di alcuni campioni metallici ottenuta in microscopia elettronica

Siti	Zona	Sn [%]	Pb [%]	Ni [%]	Fe [%]
L1	Cupola rifiusa	7.07	3.50	0.31	-
L2	Ciocca	6.99	3.79	-	0.37
L6	Spada parte superiore	2.43	4.00	-	0.38
L12	Spada parte integrata in basso	4.73	3.77	0.56	-
L11	Sezione collo Golia, parte bassa rifiusa	6.01	3.79	-	0.37
L10	Arco di attacco del gruppo alla ghirlanda	6.53	2.76	-	0.33

Tabella 4. Confronto tra analisi chimiche delle parti in matrice, ottenute mediante SEM-EDX. D1, D2, D3: *David* di Donatello, piede sinistro. D4: *David* di Donatello, ghirlanda. A1, A2, A3: *Amore-Attis* di Donatello, interno testa. G1, G2, G3: Porta del Paradiso del Ghiberti, *Storie di Giosuè*. I1: *Il sacrificio di Isacco*, Ghiberti 1401-1402, concorso per la seconda porta del Battistero di Firenze

Minerale	D1	D2	D3	D4	A1	A2	A3	G1	G2	G3	I1
Na <sub>2</sub> O	1.79	2.18	2.27	3.30	1.71	2.33	2.78	0.98	0.68	1.39	0.00
MgO	3.76	3.99	3.75	3.28	3.30	3.70	2.92	3.08	2.38	4.46	2.42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.46	17.90	22.98	19.10	19.97	20.79	21.90	27.01	23.79	22.00	26.79
SiO <sub>2</sub>	56.31	64.37	59.04	66.12	66.72	64.41	63.40	59.26	62.84	63.14	62.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	0.77	0.39	0.39	0.30	0.44	0.21	0.33	0.38	0.60	1.07
K <sub>2</sub> O	2.87	1.76	2.53	1.69	2.39	2.05	2.02	2.32	2.25	1.64	2.40
CaO	3.40	3.57	3.24	1.91	0.97	1.29	1.85	1.05	1.22	1.09	1.75
TiO <sub>2</sub>	0.83	0.60	0.78	0.44	0.44	0.44	0.55	0.79	0.66	0.39	0.69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.33	4.86	5.02	3.77	4.19	4.55	4.36	5.19	5.80	5.29	2.56

ferisce invece la matrice, che in questo caso mostra l'inizio della formazione di una fase amorfa e una maggiore percentuale di pori a morfologia irregolare. La colorazione tendenzialmente scura è verosimilmente legata a diffusione di finissima materia carboniosa e/o formazione di microcristalli

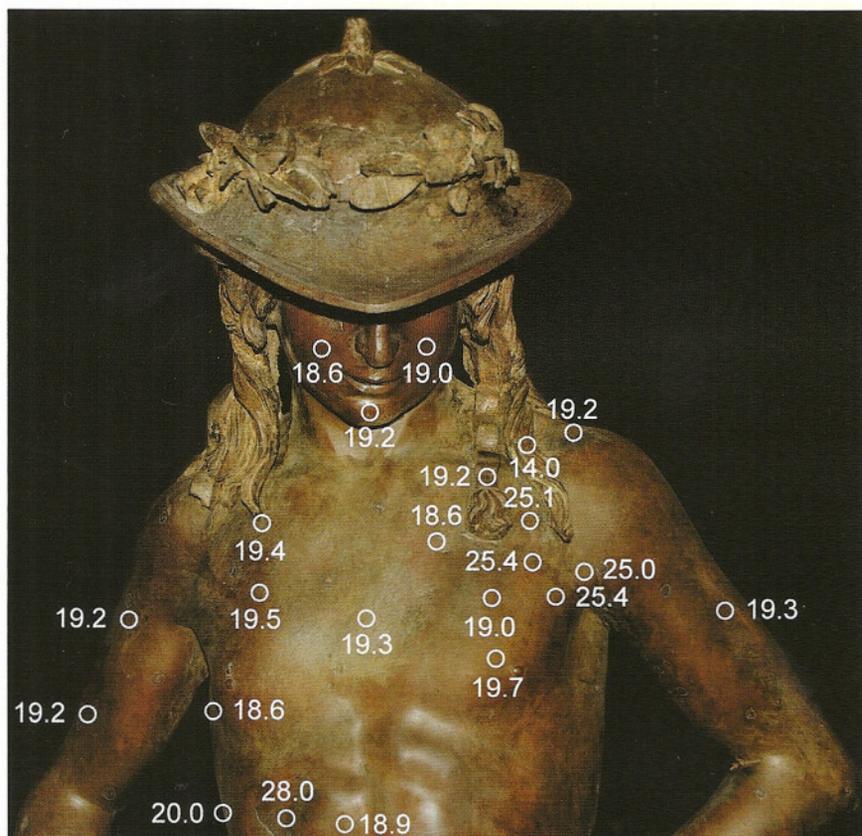
di magnetite, ma questo aspetto rimane ancora da approfondire.

Dai dati microstrutturali si può ipotizzare che la terra di fusione del gruppo è arrivata mediamente a temperature intorno ai 500°C, mentre potrebbe aver raggiunto valori un po' più alti quella della ghirlanda, co-

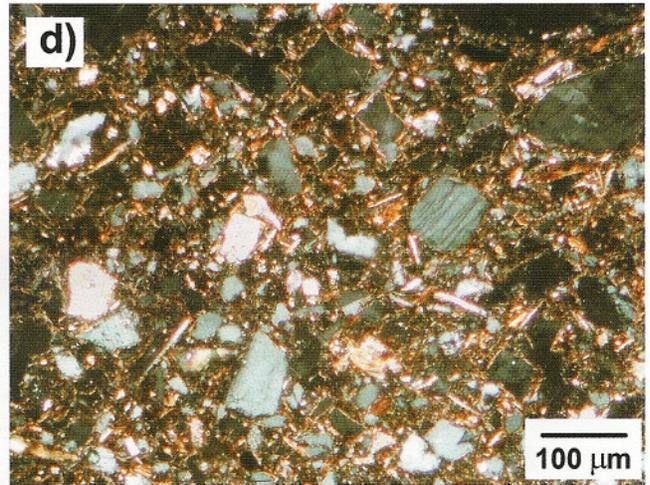
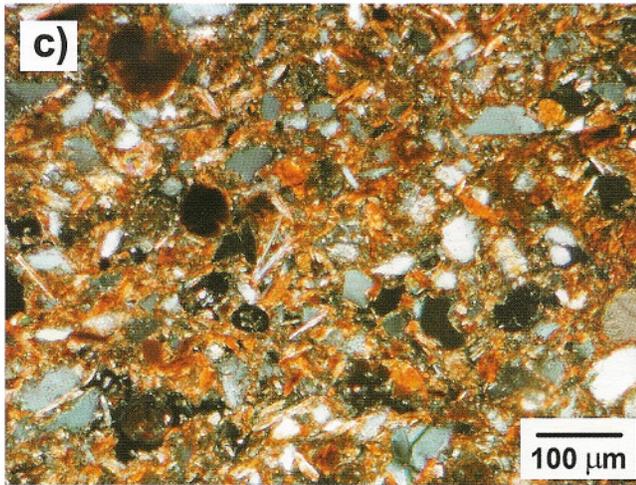
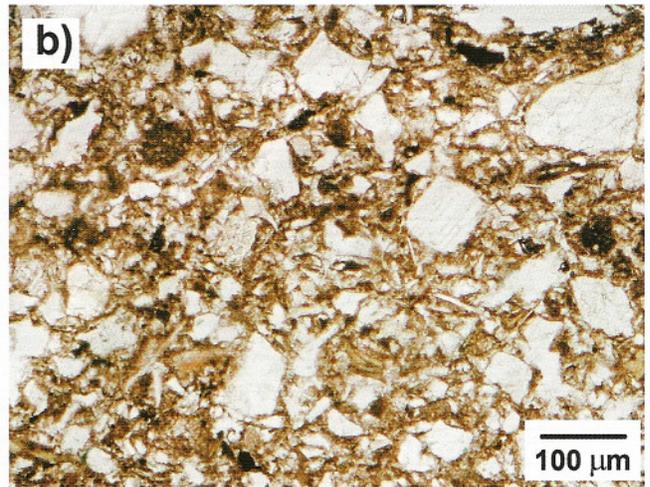
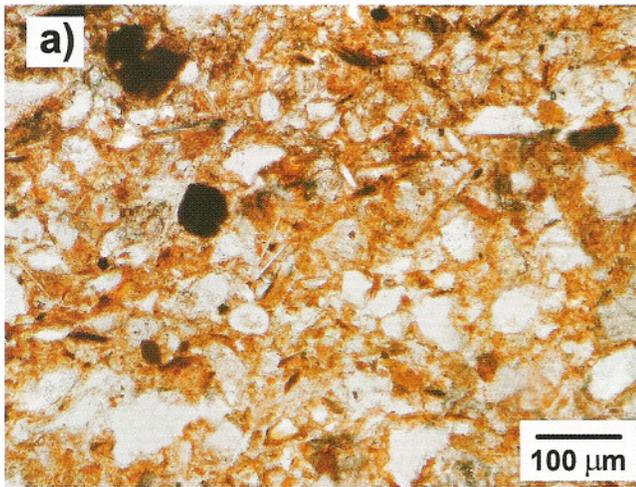
me suggerito dall'aumento della porosità e dall'inizio di formazione di una fase amorfa, ben evidenti nelle immagini in microscopia elettronica di fig. 21.

#### Conclusioni

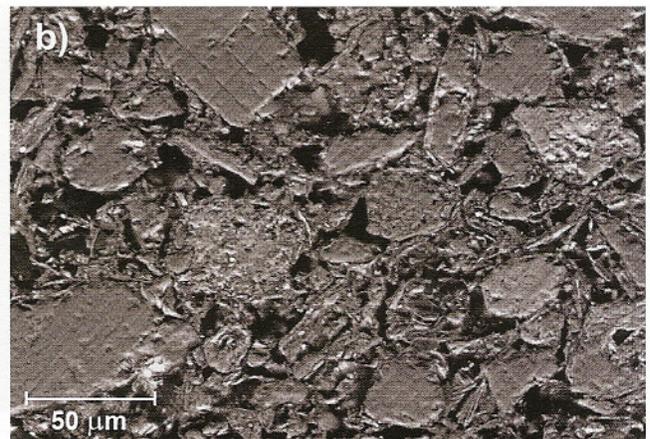
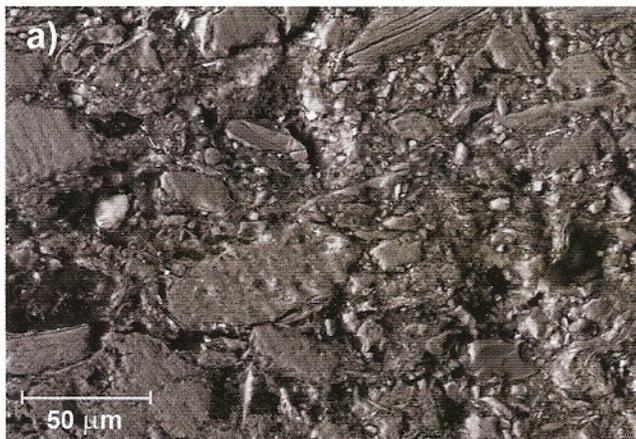
Come già detto, o lasciato intendere, il *David* di Donatello è stato fuso attraverso modellatura diretta delle cere. Ciò vale per entrambi i due elementi di fusione principali: la ghirlanda e assieme, in un unico pezzo, il corpo di David e la testa di Golia. A supporto di questa tesi, i numerosi dati presentati sopra a cui aggiungiamo un altro piccolo, ma importante dettaglio, emerso durante l'esame finale dell'opera. All'interno della testa di Golia ci sono chiodi con la punta rivolta verso l'esterno, come quello di fig. 22, verosimilmente inseriti nella terra umida prima della cottura e dell'applicazione della cera. Il gruppo è stato gettato sulla ghirlanda, venuta benissimo "al primo colpo", con l'intenzione di produrre una collocazione solidale attraverso una saldatura "automatica" nel foro della lastra di base, probabilmente a coprire l'intera circonferenza. Il progetto, affine ai metodi di artefici più tardi<sup>29</sup>, è però riuscito solo parzialmente perché la saldatura in buona parte non si è prodotta, ma anche dov'è riuscita appare fredda, cioè sostanzialmente a tenuta meccanica, senza imparentamento delle pareti metalliche (fig. 7). Quella larga scuola di pensiero che considera gli artefici del Rinascimento incapaci



19. Correnti indotte sul davanti, con evidenza di un'ulteriore riparazione tra pettorale e ascella sinistra



20. Osservazione in sezione sottile della terra di fusione prelevata all'interno di David (a, c) e della ghirlanda (b, d): a. b. solo polarizzatore, luce convergente; b. d. Nicol incrociati, luce convergente



21. Dettaglio microstrutturale in microscopia elettronica delle terre di cui in fig. 20: a. David; b. ghirlanda

ci di eseguire saldature trova qui materia fertile, ma non è nostra intenzione alimentarla. Passiamo invece a discutere un aspetto molto più interessante in questo contesto. Nel primo getto David era senza tesa del cappello e soprattutto senza capelli. Lo dimostrano le misure delle leghe, ma per rendere la cosa ancora più convincente consideriamo altre tre immagini eloquenti riportate in figg. 23-25. Si noti la forma del blando imparentamento (ma la saldatura qui è venuta meglio) della massa metallica della chioma alla nuca, che riproduce l'appoggio a caldo della cera sulla parte già fusa (fig. 23),

la netta separazione della ciocca sulla spalla sinistra restituita dalla radiografia X (fig. 24) e, infine, come i capelli sono "acconciati" attorno all'orecchio sinistro (fig. 25) prima modellando la cera sulla testa già fusa, poi mediante lavorazione a freddo del metallo. Abbiamo poi rilevato tante tracce di modellatura diretta della tesa del cappello, finita ad hoc assieme ai capelli. In alcune zone degli arti sembra ragionevole assumere l'utilizzo di lastre di cera che hanno "fasciato" l'anima di fusione. Ciò si deduce ad esempio da tratti lineari evidenziati da piccole mancanze e dislivelli che potrebbero cor-

rispondere alle linee giuntura di lembi di cera, tipo quello in fig. 26a, come pure da caratteristiche ondulazioni "indesiderate", ben visibili sul modello digitale tridimensionale della scultura<sup>30</sup>.

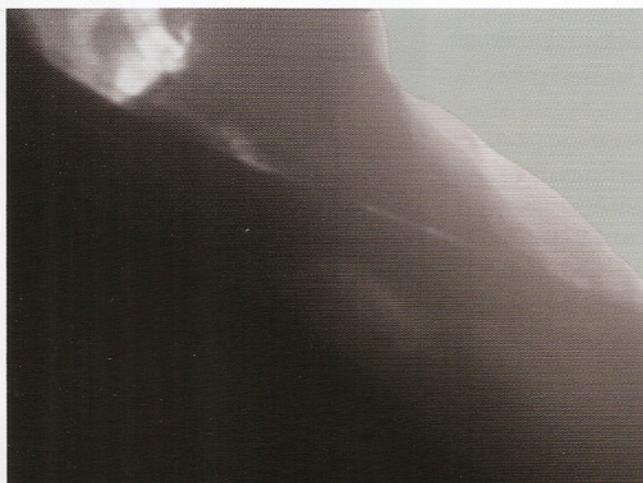
È il modo di operare di Donatello. Così come abbiamo imparato a conoscerlo dalle note del Bearzi e poi direttamente con l'*Amore-Attis*. Ha un progetto di massima che affina e sviluppa per gradi, avanzando attraverso prove su modello e restituzioni parziali. Da un punto di vista più strettamente tecnico, la scelta di procedere attraverso "fusioni sopra" è evidentemente motivata dal



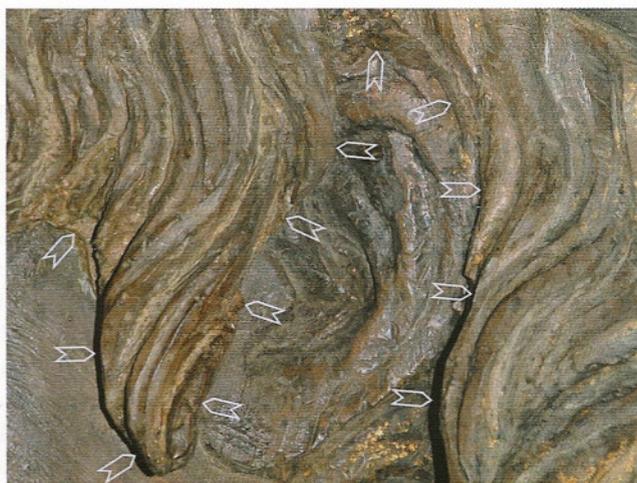
22. Chiodo distanziatore all'interno della testa di Golia con la punta rivolta verso l'esterno



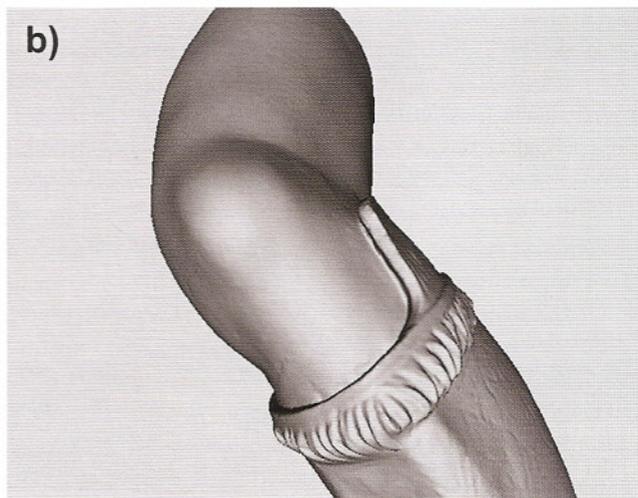
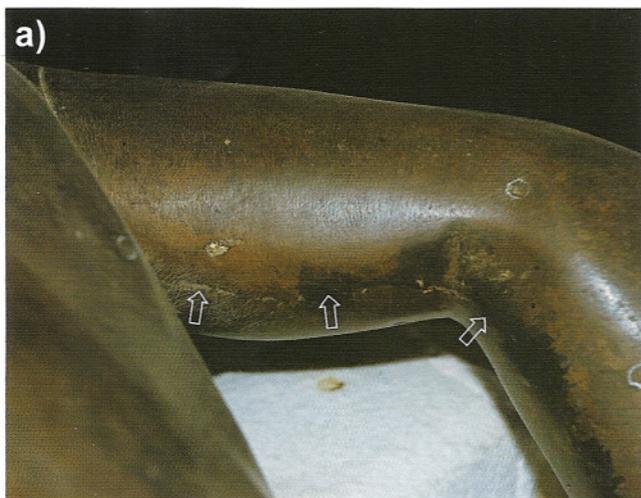
23. Zona di contatto tra i capelli rifusi e la nuca di David



24. Dettaglio radiografico in negativo che mostra la netta separazione di una lunga ciocca che scende lungo la spalla sinistra



25. Linea di separazione e accostamento meccanico dei capelli in vicinanza e attorno all'orecchio sinistro



26. Probabile giunto di saldatura di una lastra di cera utilizzata nella realizzazione del braccio destro (a) e dettaglio del rilievo 3D che evidenzia le ondulations della superficie della gamba sinistra

programma figurativo dell'opera, che prevede dettagli anatomici e decorazioni a tutto tondo con sottili linee di separazione, non realizzabili con un singolo getto. Un esempio lampante è fornito dal piede destro (fig. 27) che sfiora la ghirlanda e il piano di base, ma peculiarità esecutive simili si notano anche in altre zone: capelli, nastri sul cappello, nappe (figg. 17, 19), nastri sulla parte bassa e altro. Si può certamente concludere che il riferimento all'antico è esteso qui alle soluzioni tecniche, basti pensare al caso esemplare dei *Bronzi di Riace*<sup>31</sup>, con fusioni indipendenti di capelli e dita, ma si potrebbero citare tante altre opere.

Che dire a chi ritiene ancora che Donatello non si occupasse di fusione? Questo soprattutto: che per un'opera eseguita con il metodo diretto, e attraverso il getto di elementi su parti fuse in precedenza, l'autore ha quantomeno preparato lo scheletro, modellato le cere, curato le rifusioni ed eseguito la finitura a freddo. Se poi la preparazione dell'anima e il getto è stato eseguito da altri, a questi andrebbe anche parte del peso degli errori. Piuttosto, come conciliare la perfetta esecuzione della ghirlanda con la "disavventura" che ha investito la fusione del gruppo soprastante? Le leghe sono affini, non appare ammissibile ipotizzare due momenti molto diversi. Per quanto ci risulta, questo è infatti il primo caso nel contesto del primo Rinascimento, in cui non è stata ri-

levata presenza di zinco, vale a dire in cui non è stato miscelato ottone nel getto.

Le ragioni che hanno prodotto le mancanze nel getto di David e Golia sono molteplici e in ultima analisi non tutte perfettamente interpretabili. È addirittura mancato il materiale, non riuscendo a riempire interamente la forma, si spiega così la grossa mancanza della cupola. Certamente ha giocato a sfavore la scarsa porosità della terra di fusione, che nella parte minerale ha una composizione assolutamente affine a quella della base, nonché a quella di altre opere del primo Quattrocento (tab. 4), ma che è stata probabilmente cotta e/o smagrata in modo diverso. E poi ci sono stati i forti fenomeni di erosione in fase di getto, i grossi sbilanciamenti di masse dovuti al fatto che per il *David* l'autore è partito da una struttura di ferro e terra che non lasciava ancora, nemmeno lontanamente, intravedere le superfici finali della figura. Forse, anche in questo caso siamo di fronte a una peculiarità operativa di Donatello. Perché anticipare nel supporto di terracotta le modulazioni minori delle forme, che peraltro erano tutte da rifare sulla cera, quando si potevano avere più gradi di libertà lavorando su un'anima snella.

A giudicare da quello che si è visto negli altri casi studiati, Donatello predilige combinare il metodo indiretto con il metodo diretto, dove quest'ultimo non è per la semplice rifinitura, ma piuttosto per un comple-



27. Forti sottosquadra del piede destro e stretta vicinanza con la ghirlanda e il piano di base

tamento cruciale della fase creativa. Per il *David* ha scelto la modellatura diretta delle cere, rinunciando al primo passaggio, più sicuro, ma più lungo. Non ha calcolato un nudo dal vivo, come potrebbe erroneamente suggerire il commento appassionato del Vasari. Il *David* è interamente frutto dell'immaginazione di Donatello e del suo modo di avventurarsi nel nuovo.

\* Salvatore Siano, Juri Agresti: Istituto di Fisica Applicata Nello Carrara, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino; Marco Ferretti: Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali - CNR, Roma; Sonia Mugnai: Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena, Siena; Marcello Miccio: Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, Firenze.

<sup>1</sup> Donatello è citato nel *Libro della seconda e terza porta* nei due contratti del 1403 e del 1407. Krautheimer (Krautheimer, Krautheimer Hess 1956, p. 109, p. 369, doc. 28, doc. 31) ritiene che la sua permanenza in bottega vada poco oltre il mese di giugno 1407. Nonostante la giovane età (vent'anni circa) gli vengono riconosciuti settantacinque fiorini all'anno, salario massimo in bottega, al pari di collaboratori più anziani, il che evidenzia un ruolo non secondario nelle attività della fonderia. Non essendo noto il salario d'ingresso, poco si può dire sul suo inquadramento iniziale, ma sembra ragionevole assumere una sua precedente formazione da orafo (nel 1403 aveva già diciassette anni circa), se si pensa che il "salario minimo" di un garzone era di soli cinque fiorini. Krautheimer spiega il suo abbandono dell'impiego con la crescita dell'attività in proprio. Non si possono però escludere collaborazioni successive, soprattutto alla luce di quel «Donatello fa le porte» che appare ancora nel 1427 nella dichiarazione dei redditi di Antonio e Pietro del Vagliente e che recentemente ha riportato all'attenzione Rolf Bagemihl in una ricerca documentaria sulla Porta del Paradiso che non è stata ancora pubblicata.

<sup>2</sup> Krautheimer, Krautheimer Hess 1956, p. 93.

<sup>3</sup> Caplow 1998, pp. 231-232.

<sup>4</sup> Ciò vale non solo per i bronzi dorati degli inizi, fusi in vari pezzi mentre già si affermava l'ideale del singolo getto con i grandi bronzi di Orsanmichele eseguiti dal Ghiberti, ma anche per opere tarde. Si pensi in particolare alla realizzazione del monumento al Gattamelata sul sagrato della Basilica di Sant'Antonio a Padova, primo «Marco Aurelio dell'età moderna», che ha comportato certamente il superamento di grossi problemi di fusione e assemblaggio, ben al di là delle conoscenze dei campanari locali, come opportunamente sottolinea Mario Scalini (Scalini 1988, p. 46). Se anche

i documenti attribuiscono ad Andrea del Caldiere o Calderaro (Leoni 1992, p. 95; Petrucci 2003, p. 190) la fusione dell'opera nel 1447, rimane difficile non pensare a un'attiva e determinante partecipazione di Donatello a tutte le fasi di realizzazione di una scultura al tempo tanto singolare.

<sup>5</sup> Già l'aneddotica del Vasari contribuisce alla rappresentazione di un uomo poco avvezzo alle cose pratiche della vita, ma egli non intende estendere questi tratti della personalità allo «artificiosissimo magistero del getto». Tutt'altro (vedi oltre).

<sup>6</sup> Sulla base di una testimonianza di Baccio Bandinelli si ricava un organico di bottega di diciotto o venti assistenti (Petrucci 2003, p. 190), solo di poco inferiore a quello della bottega del Ghiberti ai tempi della seconda porta (Krautheimer, Krautheimer Hess 1956, p. 369, doc. 30).

<sup>7</sup> Gaurico - Cutolo 1999, p. 229.

<sup>8</sup> Gaurico - Cutolo 1999, p. 143.

<sup>9</sup> Considerazioni riportate nel catalogo del restauro della *Giuditta* (Leoni 1988, p. 54) e riprese in quello del restauro dell'*Incredulità di san Tommaso* (Leoni 1992, p. 95).

<sup>10</sup> Con riferimento a Michelozzo Wackernagel (Wackernagel 1938-2004, p.370) scrive: «Durante il periodo della collaborazione con Donatello, quest'ultimo lo incaricò della fusione dei suoi bronzi, che poi lui rinettava e infine ceselevava», mentre per il periodo padovano sottolinea in nota (p. 389) «l'aiuto di un fonditore di campan». Evoluzioni di questa interpretazione sono fornite ad esempio in Lein 1999, p. 386 e Petrucci 2003, p. 140.

<sup>11</sup> Con il neologismo archeometallurgia, che individua un sottoinsieme dell'archeometria, si fa riferimento all'approccio scientifico allo studio delle opere in metallo del passato utilizzando principalmente strumenti e metodi delle scienze naturali, ma anche, laddove disponibili, le fonti storiche.

<sup>12</sup> Siano 2005, pp. 122-135.

<sup>13</sup> Bearzi 1950.

<sup>14</sup> Vedi Nicolai, *infra*.

<sup>15</sup> Per questi e altri aspetti si veda il fondamentale contributo di Caglioti 2000, pp. 101-152.

<sup>16</sup> L'analisi di termoluminescenza si applica ai materiali ceramici e vitrei, vale a dire a materiali di natura terrosa che hanno ricevuto durante il processo di lavorazione un riscaldamento elevato, di diverse centinaia di gradi.

<sup>17</sup> L'ipotesi di impiego del *David* a ornamento di una fontana, le cui origini sono discusse nel citato Caglioti 2000, viene "pericolosamente" ripresa da Scalini 1988, p. 76, che fa esplicito riferimento al foro sulla terminazione floreale del cappello alla greca come cannella o ugello della fontana.

<sup>18</sup> Petrucci 2003, p. 140, riferisce di otto fusioni indipendenti.

<sup>19</sup> Lalli *et al.* 2005.

<sup>20</sup> Siano *et al.* 2003.

<sup>21</sup> Giusti *et al.* 2000.

<sup>22</sup> L'aspetto conferito alla superficie da questa patinatura, da lacune e assottigliamenti, sono ben evidenti nei dettagli fotografici in questo volume che documentano la condizione dell'opera prima del restauro.

<sup>23</sup> Siano *et al.* 2008. In un lavoro ancora in fase di preparazione (Siano, Giamello), la presenza di scialbi a colla e calce del gruppo del Danti e il gruppo del Rustici è messa in relazione con l'aspetto biancastro di larghe aree delle sculture che si notano su una foto Alinari datata circa 1890.

<sup>24</sup> Sulla base di misure eseguite su altri manufatti possiamo affermare che lo spessore totale delle due pareti dalla parte alta delle cosce al collo deve essere superiore a 3-4 cm.

<sup>25</sup> Siano *et al.* 2007.

<sup>26</sup> Lo strumento restituisce una misura relativa percentuale della conducibilità elettrica riferita al rame ricotto, per il quale si assume il valore 100%. Esso può essere utilizzato, in condizioni di omogeneità del campione, per il riconoscimento di diversità composizionale tra le leghe di rame, ma senza una reale possibilità di quantificazione.

<sup>27</sup> Siano *et al.* 2008.

<sup>28</sup> Per la precisione ICP-AES (Inductively coupled plasma-Atom emission spectroscopy).

<sup>29</sup> Ci riferiamo qui in particolare al gruppo del Rustici.

<sup>30</sup> Il modello tridimensionale è stato ottenuto da Guidi *et al.* 2006, pp. 46-54.

<sup>31</sup> I cui dettagli esecutivi sono stati esaurientemente descritti da Formigli 1984, pp. 107-142.

Il *David* di bronzo di Donatello (1386-1466) è tra le opere più note e più ammirate dell'intero Quattrocento, ma nessun documento ci informa sulla sua esecuzione: è esplicitamente ricordato per la prima volta al centro del cortile di Palazzo Medici soltanto nel 1469. Commissionato quasi certamente da Cosimo il Vecchio e forse ospitato in un primo tempo nella «Casa Vecchia» dei Medici, dal 1459 circa al 1495 occupò quel posto d'onore nel nuovo palazzo mediceo, finito da Michelozzo nel 1455. Per il silenzio delle fonti, le opinioni degli studiosi sulla cronologia dell'opera sono da sempre contrastanti e oscillano dalla fine degli anni venti fin oltre la metà del secolo. L'ipotesi ritenuta oggi più attendibile colloca il *David* negli anni che subito precedono la partenza di Donatello per Padova (1443), anche per lo stretto rapporto formale che esso ha con altre opere dell'artista databili tra la fine del quarto e gli inizi del quinto decennio del secolo. Qualunque fosse il significato che l'artista e il committente intesero dare alla figura, Donatello crea qui un'immagine del tutto inedita del giovane eroe-pastore della Bibbia, protettore della Repubblica fiorentina: un adolescente efebico, la cui acerba nudità allude all'umiltà e al coraggio, che sconfiggono la superbia e la forza bruta. Il *David* non è stato sottoposto da almeno un secolo a interventi di restauro e la sua conservazione si è limitata a operazioni di "ordinaria manutenzione". L'importanza dell'opera, la delicatezza del suo modellato e la presenza di resti delle dorature originali, eseguite con la fragilissima tecnica della "missione", avevano finora sconsigliato una pulitura approfondita. Negli ultimi anni, le nuove metodiche di restauro (impiego del laser) nei bronzi rinascimentali, hanno consentito di affrontare l'intervento sul capolavoro donatelliano con garanzie di un esito perfetto: come mostra oggi l'oro recuperato, soprattutto sui capelli e la qualità anche cromatica della patina originale. Il restauro e le novità scientifiche – sia storiche che tecniche – emerse nell'occasione, sono documentate in questo catalogo, ampiamente illustrato, con i contributi degli studiosi e di tutti gli specialisti che hanno collaborato all'intervento, eseguito presso il Museo Nazionale del Bargello, dal giugno 2007 al novembre 2008. Il restauro è stato finanziato dalla Protezione Civile in occasione del 40° anniversario dell'alluvione di Firenze (4 novembre 1966) e si è svolto nel Salone di Donatello – dove l'opera è esposta dal 1887 – in un cantiere visibile al pubblico dei visitatori.



ISBN 978-88-09-06332-7



9 788809 063327

92078B

€ 35,00