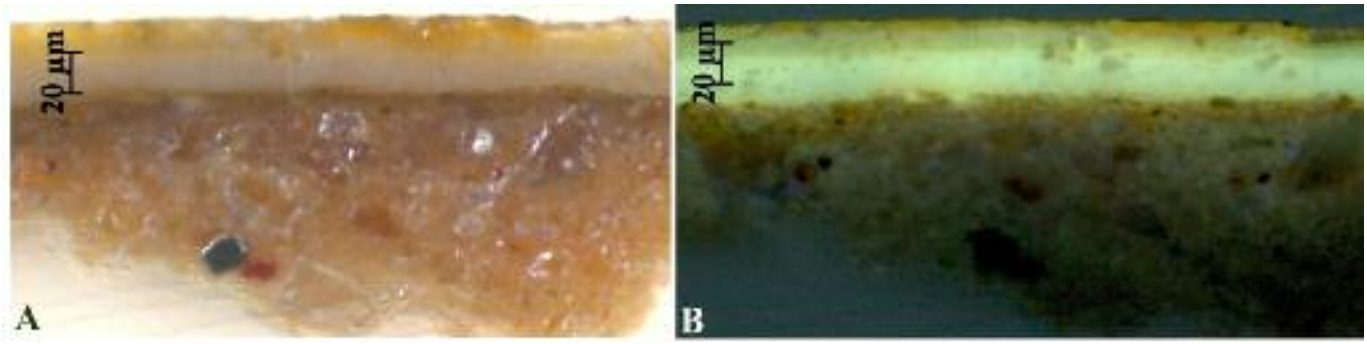
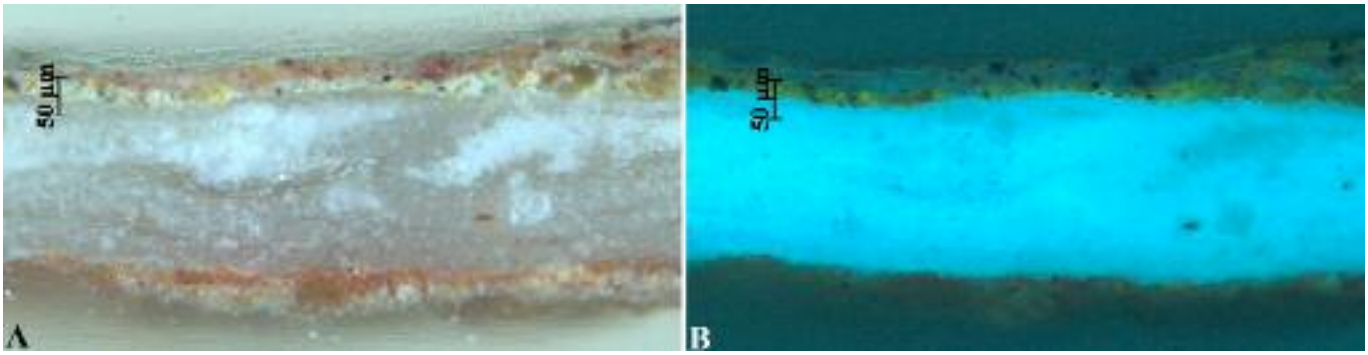
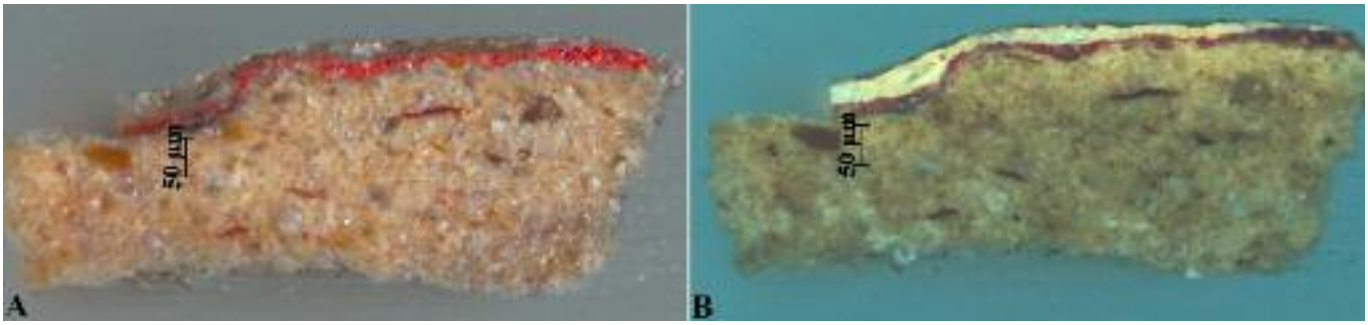


Alessandro Algardi, *Santi e beati della compagnia di Gesù*. Stratigrafia su sezione lucida – Microfotografia in luce bianca e ultravioletta



Bartolomeo Mazzuoli, *Benedetto XIII*. Stratigrafia su sezione lucida – Microfotografia in luce bianca e ultravioletta



Ignoto toscano XVI secolo, *San Giovanni Battista*. Stratigrafia su sezione lucida – Microfotografia in luce bianca e ultravioletta

Indagini diagnostiche su alcune sculture in terracotta nell'ambito del progetto di ricerca: Il Museo di Palazzo Venezia a Roma e le sue collezioni di scultura

Claudio Falcucci e Claudia Pelosi

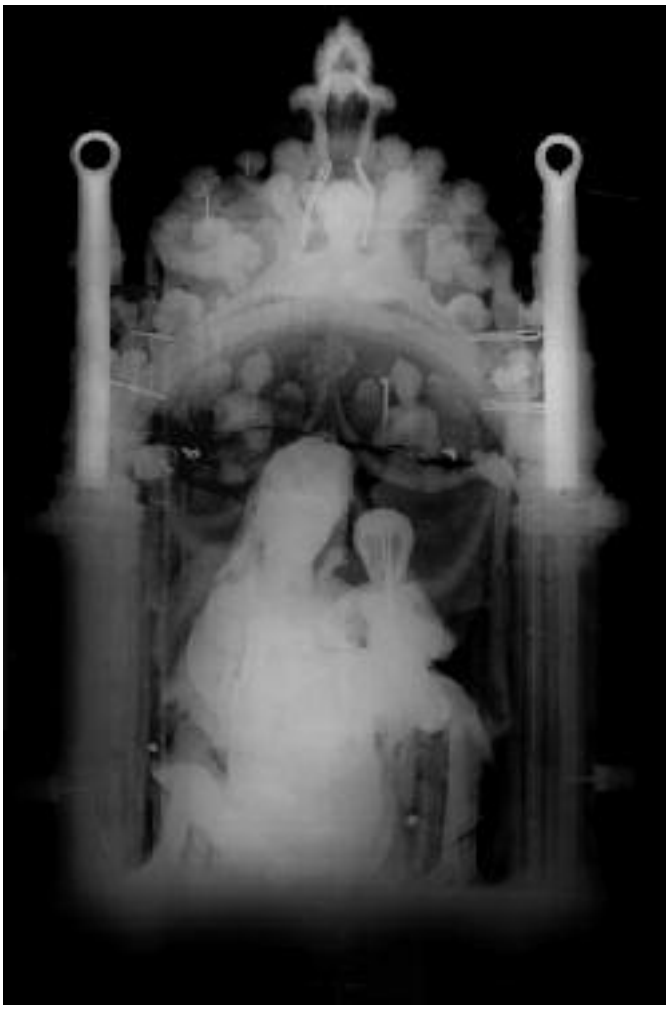
INTRODUZIONE

Le sculture selezionate nell'ambito del progetto di ricerca sono state esaminate tramite indagini in situ e analisi di laboratorio su micro frammenti prelevati durante la fase preliminare di studio.
Le analisi in situ sono state eseguite dallo studio M.I.D.A. – Metodologie d'Indagine per la Diagnostica Artistica di Roma, tramite indagine radiografica per lo studio della tecnica esecutiva e dello stato di conservazione e tramite spettroscopia XRF per lo studio dei materiali costitutivi.
I micro campioni, prelevati dal restauratore Davide Fodaro, sono stati esaminati presso il Laboratorio di Diagnostica per la Conservazione e il Restauro "Michele Cordaro" dell'Università della Tuscia e presso il Centro Interdipartimentale Grandi Strumenti dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
Le tecniche di indagine utilizzate sono state: spettroscopia micro Raman e analisi ottica in sezione lucida dei micro frammenti più significativi e per i quali è stato possibile preparare una stratigrafia.
Le misure micro Raman sono state eseguite dal Prof. Pietro Baraldi dell'Università di Modena e Reggio Emilia; le fotografie dei frammenti allo stereo microscopio e le sezioni stratigrafiche sono state realizzate dal dott. Fabio Castro dell'Università della Tuscia.
Di ulteriori indagini, in particolare di datazioni eseguite mediante termoluminescenza e analisi XRF condotte in occasione dei recenti restauri, si rende conto nelle relative schede.

RISULTATI E DISCUSSIONE

1. Michele di Niccolò Dini, detto da Firenze, *Madonna con Bambino e angeli*

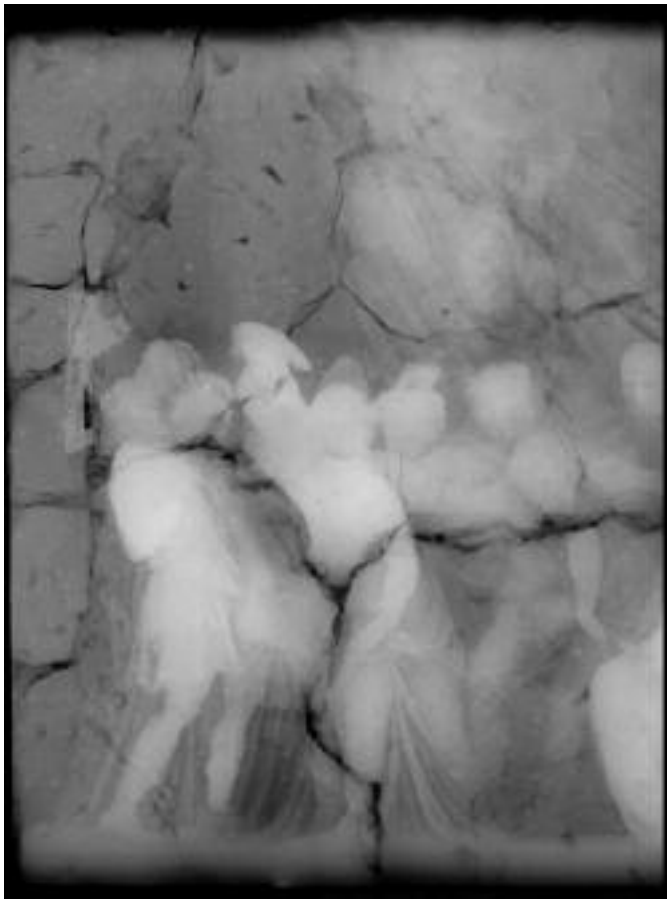
Il rilievo, al momento dell'esecuzione dell'indagine radiografica, era applicato su un supporto ligneo piuttosto spesso mediante quattro elementi metallici avvitati sul tavolato. Al tavolato, ottenuto dal riutilizzo dell'anta di una porta, erano applicate le due staffe metalliche per l'esposizione della terracotta. Allo stesso supporto sono da riferire i numerosi chiodi a spillo, moderni, che compaiono in radiografia lungo il profilo rettangolare di una modanatura, così come le viti che si notano in corrispondenza della veste della Madonna. Sono invece pertinenti alla terracotta tutti i fili metallici, di circa quattro millimetri di diametro e in alcuni casi ripiegati, che sono leggibili in radiografia lungo il coronamento con motivi vegetali sopra alla scena e in corrispondenza della testa del Bambino. In radiografia quest'ultima appare cava all'interno, con uno spessore di terracotta di circa un centimetro. I due fili metallici sembrano in questo caso utilizzati per congiungere la testa al corpo. La terracotta appare in genere molto compatta, con fratture da cottura radiali in corrispondenza dell'arco sopra alla testa della Madonna e prevalentemente orizzontali nel resto del rilievo, a indicare presumibilmente la giunzione durante la realizzazione della scultura, di due porzioni di impasto modellate separatamente. La grossa frattura orizzontae, prodottasi durante la cottura, sopra alla testa della Madonna, all'incirca all'imposta dell'arco, potrebbe essere stata causata proprio da una non perfetta aderenza tra le due porzioni di impasto. La radiografia non mostra la presenza di altre fratture rilevanti, tranne una di circa sei centimetri in corrispondenza del margine inferiore del panneggio sotto al Bambino.



Michele da Firenze, *Madonna con Bambino*. Radiografia

3. Jacopo Tatti, detto Sansovino, ***San Marco guarisce gli infermi e libera l'indemoniato***

La radiografia, relativa alla sola metà sinistra della lastra, mostra nettamente i segni, profondi, delle crettature prodotte durante la cottura della terracotta. Molti di queste fratture sono passanti, interessano cioé l'intero spessore della lastra, e si chiudono verso i margini esterni. Tenendo anche conto dell'irregolarità degli interstizi, sembra lecito ipotizzare che a fine cottura la lastra dovesse apparire frammentate, con i quatto elementi rettangolari al margine sinistro ed il busto e le gambe del personaggio all'estrema sinistra separati dal resto del manufatto. Profonde stuccature sul fronte e sul retro hanno poi ricomposto la lastra. Stuccature hanno anche sigillato le fratture da cottura più leggere, oltre ad alcune cavità sul retro. Queste cavità, a giudicare almeno dall'aspetto di quelle rimaste aperte, dovevano essere state prodotte da chiodi, a sezione quadrata, infissi nel tavolato utilizzato per plasmare l'impasto. In alcuni casi, infatti, sono rimasti impressi dei fori a sezione quadrata, in altri le tracce delle teste di chiodi forgiati a mano.



Sansovino, *Miracolo di san Marco*. Radiografia

8. Scultore fiorentino o veneziano, ***San Giovanni Battista***

Il frammento con doratura prelevato dal retro della scultura presenta in superficie lo strato dorato al di sotto del quale si osservano zone di colore rosso acceso ed infine la terracotta. Sul retro, oltre alla terracotta, si osserva un materiale bianco distribuito su tutto il micro frammento.

L'analisi micro Raman ha permesso di identificare nel rosso acceso la presenza di cinabro.

Altri punti esaminati mostrano intensa fluorescenza che copre i segnali Raman e indica la presenza di sostanze organiche fluorescenti.

L'analisi XRF ha permesso di determinare i seguenti elementi: calcio (Ca, 15 cps), ferro (Fe 55 cps), stronzio (Sr, 26 cps), oro (Au, 61 cps), mercurio (Hg, 33 cps), piombo (Pb, 50 cps). Il calcio, il ferro e lo stronzio, che si ritrovano anche in altri campioni esaminati, sono costituenti della terracotta, l'oro è il metallo della doratura, il mercurio indica la presenza del cinabro, il piombo è legato alla presenza di un pigmento a base di questo elemento (biacca o ossidi di piombo).

L'analisi stratigrafica del campione al microscopio polarizzatore, eseguita in luce riflessa bianca e in fluorescenza UV, mostra la seguente articolazione a partire dal basso:

1 - terracotta di colore rosso per la presenza di elevati contenuti di ossidi di ferro;

2 - strato rosso acceso di spessore variabile, da 10 a 30 µm, segue l'andamento della superficie della terracotta;

3 – strato trasparente grigiastro contenente alcuni grani di colore bianco, spessore variabile da 10 a 30-40 µm, che in fluorescenza UV mostra un colore giallo intenso;

4 - strato di doratura in parte annerito.

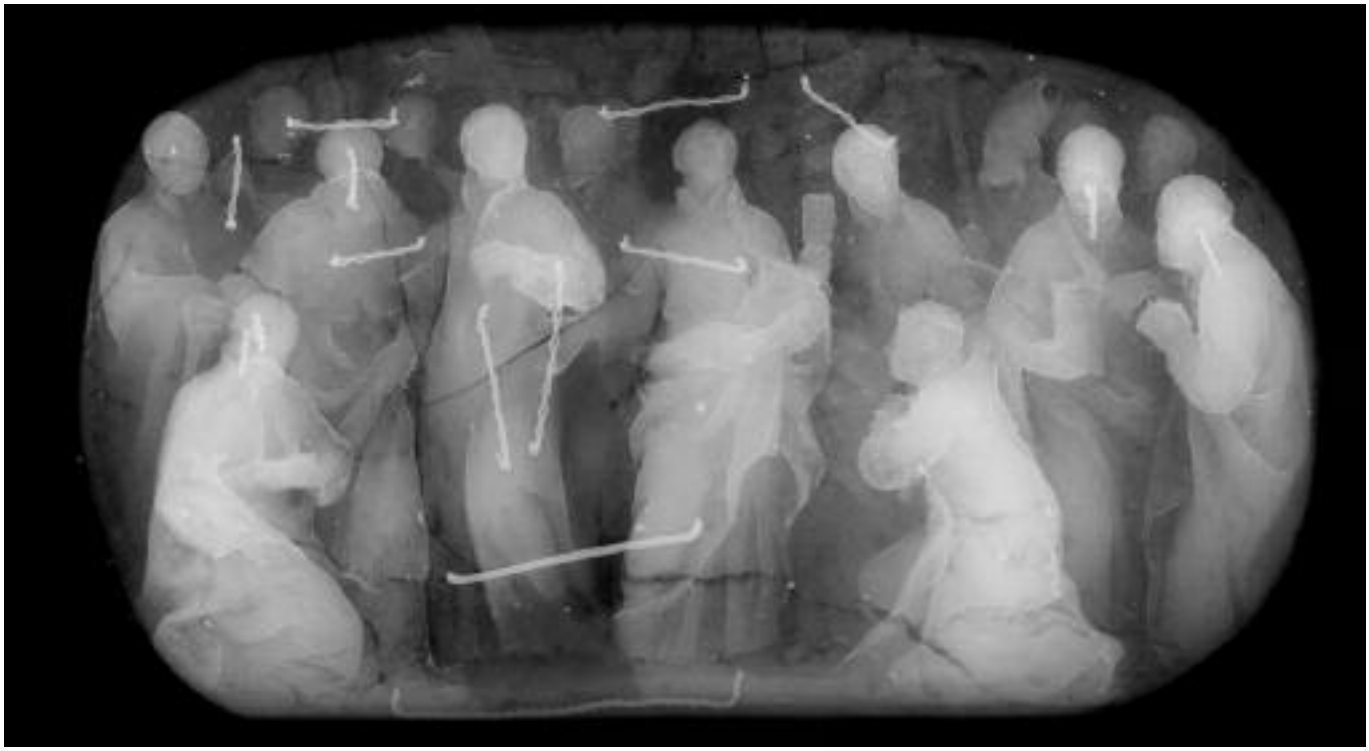
L'intensa fluorescenza dello strato al di sotto dell'oro indica la presenza di una missione oleo-resinosa utilizzata per far aderire l'oro in parte penetrata anche nella terracotta che infatti mostra una fluore-

Ignoto toscano XVI secolo, *San Giovanni Battista*. Radiografia

scenza gialla più intensa al di sotto dello strato rosso di cinabro. La presenza del piombo, alla luce della lettura stratigrafica, potrebbe quindi essere associata alla biacca che solitamente veniva addizionata alla miscela mordente utilizzata per far aderire l'oro.
La radiografia conferma la presenza delle numerose fratture già percepibili all'osservazione diretta e ne rivela altre nascoste, testimoniando come la scultura sia in realtà stata riassemblata dopo una frammentazione prodottasi verosimilmente già in fase di cottura. Alcune delle linee di frattura, rinsaldate mediante l'introduzione di otto perni metallici, si trovano in corrispondenza delle ipotizzabili linee di giunzione tra i diversi elementi di impasto che dovevano costituire il modellato, come ad esempio quella lungo la vita, non a caso segnata da un evidente cretto da cottura. I principali elementi metallici di rinforzo, dei fili con una sezione di almeno 7 millimetri, sono inseriti fra la base e le ginocchia, all'altezza dei femori e tra il bacino e lo sterno, a costituire una sorta di scheletro, quasi completo e che prosegue nel collo con un filo necessariamente più sottile, di supporto per i frammenti. Elementi sottili, simili a quello del collo, sono inseriti nel braccio, nella gamba e a garantire la tenuta del panneggio sul fianco.

12. Alessandro Algardi, *Santi e Beati della compagnia del Gesù*
L'analisi micro Raman non ha permesso di identificare i materiali che costituiscono le stesure gialla e bianca per la presenza di una forte fluorescenza che copre i segnali Raman. L'unica sostanza individuata con questo tipo di indagine, in un punto di colore di colore giallo rosato, è la calcite (carbonato di calcio, $CaCO_3$ con picco Raman caratteristico a 1088 cm^{-1}).
L'analisi XRF ha permesso di individuare i seguenti elementi chimici: Ca (31 cps), Sr (14 cps), Pb (65 cps). I valori tra parentesi rappresentano i conteggi degli elementi chimici determinati e quindi sono legati alla loro quantità relativa nel campione esaminato. Il calcio (Ca) e lo stronzio (Sr) sono elementi presenti abbastanza diffusamente in molti materiali (terracotta e probabilmente nella stesura bianca che si vede al di sotto della doratura). Il piombo (Pb) è l'elemento chimico presente nelle stesure al di sotto dell'oro che quindi risultano a base di composti di questo elemento (probabilmente biacca e litargirio).
L'analisi stratigrafica del campione al microscopio polarizzatore, eseguita in luce riflessa bianca e in fluorescenza UV, mostra la seguente successione:
- terracotta, nella zona adiacente alla preparazione bianca mostra una leggera fluorescenza gialla dovuta al legante della preparazione che è penetrato al suo interno;
- strato bianco molto compatto dello spessore di 20 µm con intensa fluorescenza gialla dovuta alla presenza di un olio siccativo;
- strato giallo di spessore leggermente inferiore al precedente, anche questo con fluorescenza gialla;
- tracce della doratura

L'intensa fluorescenza dello strato al di sotto dell'oro indica la presenza di una missione oleo-resinosa utilizzata per far aderire l'oro in parte penetrata anche nella terracotta che infatti mostra una fluorescenza gialla più intensa al di sotto dello strato bianco di preparazione. La presenza del piombo, alla luce della lettura stratigrafica, potrebbe quindi essere associata a pigmenti quali biacca e litargirio che solitamente venivano addizionati alla miscela mordente utilizzata per far aderire l'oro.
Il rilievo è stato sottoposto anche ad indagine radiografica. Questa mostra nettamente i segni delle profonde crettature prodotte durante la cottura della terracotta, che in molti casi dovevano emergere dalla superficie posteriore del rilievo, provocando anche la caduta di numerosi frammenti di materia. Queste fratture devono aver seriamente compromesso la stabilità del manufatto, rinsaldato in un punto mediante l'inserimento di un grosso filo di ferro, negli altri con un filo più sottile, piegato e attorcigliato, tutti piegati ad "U" e inseriti dal retro a cavallo delle fratture. Sul retro della scultura è stato poi ap-



Alessandro Algardi, *Santi e beati della compagnia di Gesù*. Radiografia

plicato uno spesso strato gessoso che da un lato nasconde lo stato del supporto, dall'altro contribuisce alla stabilità dello stesso. Alcuni fili metallici, identici a quelli sottili e attorcigliati allo stesso modo, non si trovano in corrispondenza di fratture del supporto e non sembrano piegati ad "U"; inseriti in corrispondenza del collo di due santi sulla sinistra e di due santi sulla destra hanno lo scopo di ricongiungere le teste evidentemente disgiuntesi dalla lastra. L'omogeneità degli interventi lascia supporre che le teste si siano danneggiate, come la lastra, in fase di cottura o che, in alternativa, un evento traumatico successivo abbia comportato la frattura delle lastre (magari in corrispondenza dei cretti prodotti dalla cottura) e il danneggiamento del rilievo.

15. Alessandro Algardi, *Battesimo di Cristo*
La radiografia mostra numerose fratture nella terracotta probabilmente prodotte dai ritiri e dalle escursioni termiche subite durante la cottura. Alcune di queste fratture interessano solo parzialmente la sezione della terracotta, come le tre sul braccio levato di san Giovanni, all'altezza dell'omero, altre sembrano invece passanti, come quelle a metà dell'avambraccio e sul polso destro, ricomposte comunque con i materiali originali. Un'altra frattura, anche questa come le precedenti non direttamente osservabile perchè celata dalla doratura, taglia il panneggio di Cristo sopra alle mani dell'angioletto. La frattura è netta e la ricomposizione ben diversa dalle precedenti, con scostamenti dei due lembi di terracotta di diversi millimetri. Le riprese radiografiche, eseguite secondo diverse proiezioni, hanno consentito di individuare una discontinuità della terracotta anche in corrispondenza delle ginocchia dell'angelo che quindi risulta completamente disgiunto dal corpo principale del bozzetto. In corrispondenza del ginocchio destro è stato poi inserito un perno di metallo per assicurare la tenuta delle due parti. Sembra pertanto lecito avanzare l'ipotesi che l'angelo non sia pertinente alla composizione originale, ma che sia stato inserito successivamente. Tale ipotesi sembra rafforzata dall'esame del trattamento del modellato, differente tra l'angelo e le altre figure: appare significativo in proposito il confronto tra le incisioni prodotte prima della cottura al fine di decorare le pieghe del panneggio del Battista e le ali dell'angelo, leggere e ordinate nel primo caso, più pesanti e disordinate nel secondo. Per verificare questa ipotesi sono poi stati eseguiti anche alcuni esami di fuorescenza dei raggi X allo scopo di confrontare gli elementi chimici presenti nell'impasto della figura del Battista e di Cristo con quelli dell'angelo. Purtroppo la ridotta dimensione delle aree di terracotta ispezionabile, libere dalla doratura, non ha consentito di analizzare un numero di punti statisticamente significativo, ma i risultati dei punti analizzati segnalano una forte similitudine nella composizione del braccio destro del Battista e della spalla del Cristo, nettamente distinte da quella della frattura sulla gamba sinistra dell'angelo, che presenta un minore tenore di composti ferrosi. Anche l'esame della doratura, pur nella limitatezza dei punti analizzabili, suggerisce che lo spessore della foglia sia maggiore sull'ala dell'angelo che sul resto della composizione. Le analisi di fluorescenza dei raggi X hanno anche segnalato che la finitura, attualmente grigia, che doveva ricoprire il bozzetto prima dell'intervento di gessatura e doratura, era costituita da una foglia metallica di argento.

Alessandro Algardi, *Battesimo di Cristo*. Dettaglio radiografico

16. Alessandro Algardi, *Busto di Innocenzo X*
La radiografia evidenzia come il modellato della testa del Papa sia stato svuotato all'interno prima della cottura, verosimilmente al fine di limitare la formazioni di fratture da stress termici e meccanici durante la cottura e le fasi di raffreddamento. L'accorgimento sembra aver sortito gli effetti desiderati, se è vero che nella parte bassa della composizione, decisamente più spessa, si sono formate cricche passanti anche di 25 centimetri di lunghezza, spesso incrociate, completamente assenti in corrispondenza della testa. Queste fratture, marcate ma che non sembrano comunque aver prodotto distacchi di porzioni di materia dall'opera, fatta forse eccezione per alcune cadute superficiali delle dimensioni di pochi centimetri quadri, sono state ripianate dal fronte con una resina e sul retro con l'apposizione di uno spesso strato di stucco bianco/grigiastro, anch'esso contenente resina. La superficie è stata poi dipinta con bianco di piombo e, forse direttamente nella bottega dell'artista, è stata applicata anche la porzione sommitale del basamento di marmo. Nello stesso intervento di rifinitura dell'opera deve anche essere stata inserita a sostegno della testa una staffa metallica, parzialmente annegata nello stucco. E' logico escludere che la staffa fosse stata inserita prima della cottura dell'opera, perché le dilatazioni termiche del metallo non sarebbero comunque state compatibili con quelle della terracotta, producento danni evidenti che invece la radiografia non riscontra.

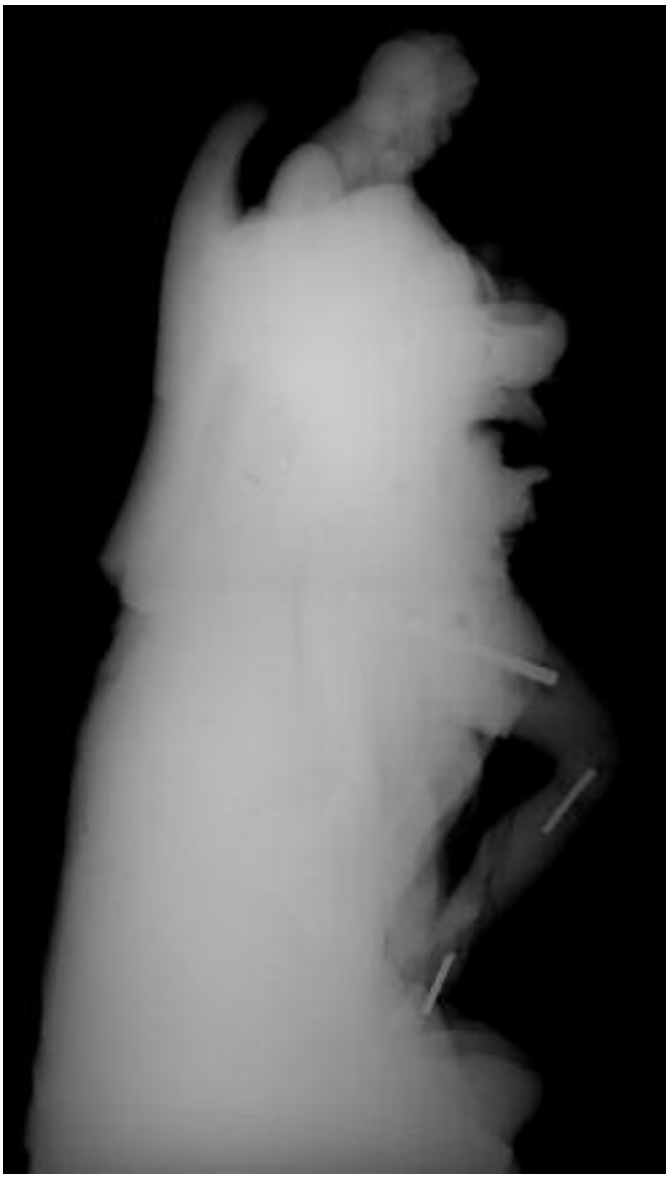
17. Alessandro Algardi, *San Nicola da Tolentino*
La radiografia evidenzia una struttura piuttosto compatta, piena, segnata da numerose fratture prodotte dalla cottura del manufatto. Si osservino in proposito le aree allungate, scure in radiografia, della parte bassa del braccio destro, delle spalle e della testa. A queste fratture, per la maggior parte non visibili dalla superficie, se ne aggiungono altre prodotte da uno o più traumi meccanici seguiti nel tempo. Questo tipo di danno, caratterizzato dalla formazione di fratture passanti e che hanno provocato il distacco di porzioni dell'opera, appare evidente in corrispondenza delle due spalle del santo (con lesioni che hanno comportato il distacco delle braccia), del polso e della mano sinistra appoggiata sul petto. Lo stesso evento traumatico deve

Alessandro Algardi, *San Nicola*. Radiografia

aver danneggiato anche la parte anteriore della base della scultura, che in passato doveva essere stata risarcita e che attualmente si presenta libera da reintegrazioni. I frammenti della base erano stati ricollegati alla struttura principale mediante perni metallici, di cui ora sono visibili solo gli alloggiamenti, come pure un perno metallico è stato utilizzato per rinforzare il collegamento tra il braccio destro e la spalla. L'intervento di restauro non dovrebbe risalire a prima dell'Novecento, essendo eseguito con un perno ottenuto da una barra filettata industrialmente. Le lesioni dell'arto sinistro non sono invece rinforzate con elementi metallici e la riadesione è stata ottenuta con il solo utilizzo di un adesivo. La diversa tipologia di intervento è presumibilmente da ricondurre non tanto ad una diversa datazione, quanto piuttosto al fatto che il braccio sinistro, avendo due punti di contatto con la scultura anziché uno solo (come per il braccio destro), poteva essere ricollocato anche senza perno di rinforzo. Un altro piccolo perno metallico è utilizzato per ricollocare la mano destra sul polso. Si segnala che la risposta radiografica della mano appare significativamente diversa da quella del braccio. Anche se questa differenza potrebbe essere riconducibile al diverso spessore del manufatto nei due punti, sembra lecito ipotizzare, anche sulla base dell'osservazione diretta, una diversa composizione materica che preluderebbe ad una reintegrazione del manufatto piuttosto che ad una ricollocazione di frammenti originali.

30. Gian Lorenzo Bernini, *Testa di moro*
31. Gian Lorenzo Bernini, *Studio di cavallo per un monumento equestre*
32. Gian Lorenzo Bernini, *Angelo con il titolo della Croce*
33. Scultore attivo a Roma, *Piede* (da Gian Lorenzo Bernini)

I quattro elementi mostrano in radiografia una struttura compatta, piena, marcata da fratture da ritiro prodotte durante la cottura, evidenti soprattutto sul frammento di cavallo e sulla testa. Nel *Cavallo*, in particolare, le fratture sono molto accentuate e presentano andamento prevalentemente verticale nella parte inferiore, orizzontale nella metà superiore, forse perché il modellato è stato eseguito giuntando due porzioni di impasto, una per il corpo del cavallo e una per il fondo. Le fratture sono molto profonde e in alcuni casi quasi passanti, come testimonia anche l'osservazione diretta della base della scultura. L'impasto della *Testa di moro* appare maggiormente omogeneo, pur se marcato da analoghe fratture che, anche in questo caso, raggiungono la superficie in corrispondenza del naso e del retro della testa. L'impasto del *Piede* è invece più compatto e l'unica frattura visibile, oltre a quelle presumibilmente traumatiche visibili all'altezza dell'attaccatura delle dita e che ne devono aver provocato la caduta, taglia trasversalmente la pianta, in corrispondenza della stuccatura visibile sulla pianta a metà dell'iscrizione. L'*Angelo con il titolo* mostra una struttura molto compatta, piena, segnata da rare fratture prodotte dalla cottura del manufatto. Lesioni prodotte da un urto o da



Gian Lorenzo Bernini, *Angelo con i titoli*. Radiografia

altro evento meccanico interessano invece la gamba destra. Perni metallici garantiscono la tenuta del femore, della caviglia e del ginocchio, ma la gamba appare quasi fratumata, con numerosi frammenti che necessariamente devono essere stati fatti riaderire con un adesivo e poi stuccati. A testimoniare l'alto grado di fammentazione concorrono anche le vaste aree poco radopache in prossimità del perno superiore e di quello inferiore, dove adesivi e stucco devono aver sostituito, all'interno della gamba, buona parte della terracotta originale.
Le quattro sculture sono state sottoposte ad osservazione per la ricerca e la documentazione di eventuali impronte digitali lasciate sull'impasto durante l'esecuzione del modellato. La ricerca non ha portato all'individuazione di segni riconducibili alla lavorazione con i polpastrelli sul *Piede*, sullo *Studio di cavallo* e sulla *Testa di moro*, mentre due impronte sono state riscontrate sull'*Angelo con il titolo*, entrambe sul retro della scultura, in corrispondenza del tronco cui è appoggiato l'angelo. Queste due impronte, documentate macrofotograficamente in luce diffusa ed in luce radente, sembrano riconducibili più probabilmente al contatto delle mani con la scultura avvenuto durante una movimentazione precedente alla cottura che ad un vero e proprio intento di modellare con le mani nude la scultura. Numerose altre tracce apparentemente riferibili ad impronte dei polpastrelli, con sottili linee parallele, sono in realtà prodotte dalla stecca utilizzata per modellare l'impasto.

37. Scultore attivo a Roma, *Olindo e Sofronia*
L'analisi micro Raman ha determinato la presenza di ematite (Fe_2O_3) con picchi netti a 409 cm^{-1}, 291 cm^{-1} e 224 cm^{-1} che evidenziano un materiale non sottoposto a cottura. Nel caso, infatti, che l'ematite abbia subito processi termici (ad esempio nella cottura dell'argilla della terracotta) i picchi sarebbero allargati e meno definiti. L'analisi micro Raman è stata condotta anche su zone del frammento che al microscopio apparivano di colore scuro. Lo spettro Raman ottenuto si presenta ricco di picchi nella zona tra i 1000 cm^{-1} e i 1400 cm^{-1}. La presenza di picchi in questa regione dello spettro suggerisce la presenza di sostanze organiche di sintesi. Il confronto diretto con le banche dati di letteratura non ha consentito di trovare una perfetta corrispondenza con alcuno degli spettri riportati. Pertanto è stata necessaria una ricerca bibliografica per trovare corrispondenze dei picchi riscontrati sperimentalmente con quelli di sostanze note. L'analogia maggiore è stata individuata con un colorante organico di sintesi di tipo mono azoico (picco principale a 1140 cm^{-1}). Inoltre, alcuni picchi sono attribuibili a resine acriliche (picchi principali a 1030 cm^{-1} e 998 cm^{-1}).
L'analisi XRF ha determinato i seguenti elementi: Ca (cps 41), Fe (cps 75), Sr (cps 22). Il calcio e lo stronzio sono gli elementi costituenti della terracotta. Il ferro, oltre ad essere presente nella terracotta, è anche l'elemento costitutivo dell'ematite riscontrata nelle zone di colore rosso del frammento.
L'analisi stratigrafica del campione al microscopio polarizzatore, eseguita in luce riflessa bianca e in fluorescenza UV, mostra che la pellicola pittorica rossa applicata sulla terracotta è molto sottile (circa 20 µm). In fluorescenza UV non si osservano particolari colorazioni che possano individuare la presenza di leganti organici tradizionali, pertanto si può supporre che il legante sia di natura sintetica (generalmente non fluorescente).
L'ipotesi che sembra plausibile relativamente al legante della pellicola pittorica, alla luce dell'analisi micro Raman e stratigrafica, è quella di una sostanza organica di sintesi che in micro Raman presenta picchi poco visibili. I dati di letteratura, infatti, mostrano che i picchi di un legante tipo PVAC (Poli Vinil Acetato) o Mowilith, ad esempio, non risultano praticamente visibili nello spettro Raman e non influenzano i picchi del pigmento e del colorante.

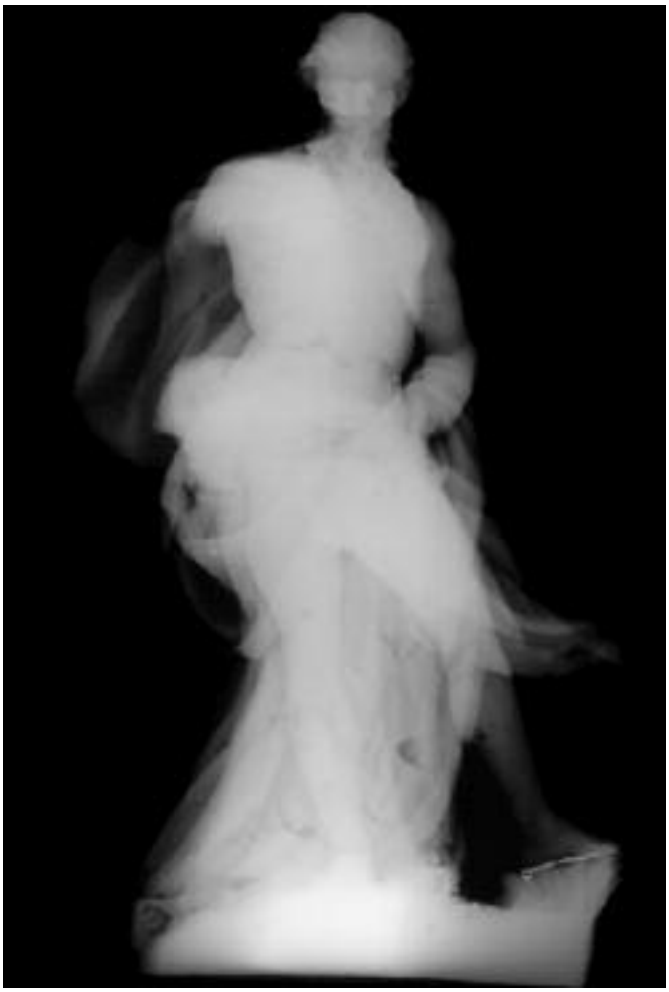
91. Giuseppe e Bartolomeo Mazzuoli, *Ritratto di papa Benedetto XIII*
Relativamente all'opera di Bartolomero Mazzuoli, sono stati prelevati due micro frammenti, uno dal colletto bianco e l'altro dalla veste rossa sul retro della scultura.
Il frammento rosso presenta in superficie un colore rosso acceso con zone scure mentre sul retro mostra un colore rosato. In superficie si osservano anche zone trasparenti traslucide dovute molto probabilmente ad un protettivo di restauro. L'analisi micro Raman è stata eseguita su diversi punti del campione per cercare di caratterizzare tutti i materiali presenti. La misura eseguita su una micro zona di colore rosso acceso ha rilevato la presenza di cinabro con i due picchi Raman caratteristici a 253 cm^{-1} e 342 cm^{-1}. Lo spettro Raman eseguito in una zona nera della superficie ha rilevato la presenza degli stessi picchi del cinabro ma debolissimi, coperti dalla presenza di una fluorescenza dovuta al legante. Questo dato permette di identificare la presenza di solfuro di mercurio nero, ovvero cinabro alterato in metacinnabarite. L'analisi micro Raman ha anche rilevato la presenza di alcuni grani di nero carbone.
L'analisi stratigrafica del campione al microscopio polarizzatore, eseguita in luce riflessa bianca e in fluorescenza UV, mostra che la pellicola pittorica rossa applicata sulla terracotta è molto sottile (circa 10-20 µm) e al suo interno sono presenti alcuni grani di colore nero. Al di sopra dello strato rosso acceso si osserva uno strato grigio scuro di circa 30 µm che potrebbe costituire un protettivo di restauro. In fluorescenza UV si osserva una fluorescenza giallo pallido nella zona superficiale della sezione che in parte interessa anche la terracotta. Dovrebbe trattarsi di un legante organico di tipo oleoso. La pellicola superficiale non presenta fluorescenza UV indicando la probabile composizione a base di resine acriliche.
Il frammento bianco prelevato dal colletto presenta in superficie un colore rosato al di sotto del quale si osserva uno strato rosso e infine uno bianco molto compatto leggermente traslucido. Sul retro si osservano tracce della terracotta e di uno strato di colore rosso. Questa stratificazione lascia supporre la presenza di due stesure: sul retro del frammento si osserva quella originale mentre sul fronte un pro-

Bartolomeo Mazzuoli, *Benedetto XIII*. Radiografia

babile intervento successivo.
L'analisi micro Raman, come per gli altri campioni, è stata eseguita su diversi punti del campione, sia sul fronte che sul retro, per cercare di indagare tutti i materiali presenti. Sul retro, è stata misurata una zona nera della terracotta che ha rilevato la presenza di ossidi di manganese misti (del tipo MnO_x). Sempre sul retro, ma in una zona bianca, l'analisi micro Raman ha riscontrato la presenza di silicati e gesso. Sul fronte del micro frammento è stata indagata la parte bianca in diversi punti, ma la presenza di una forte fluorescenza UV non ha permesso di ottenere uno spettro Raman significativo. I punti gialli hanno fornito lo spettro Raman della goethite (ocra gialla) mentre quelli rossi lo spettro dell'ematite (ossido di ferro rosso) indicando quindi l'uso di un'ocra rossa per la decorazione pittorica.
L'analisi XRF è risultata risolutiva per l'identificazione del pigmento presente nella stesura bianca. Gli elementi chimici riscontrati sono: calcio (Ca, 48 cps), ferro (Fe, 33 cps), zinco (Zn, 59 cps) e stronzio (Sr, 16 cps). Il calcio, lo stronzio e il ferro sono componenti della terracotta e delle ocre mentre lo zinco è l'elemento chimico caratteristico del bianco di zinco, ovvero l'ossido di questo elemento (ZnO). Questo pigmento è stato utilizzato come materiale pittorico a partire dalla fine del 1700 – inizi del 1800, pertanto si può ritenere la stesura successiva alla data di realizzazione attribuita all'opera (ovvero il 1725 ca.).
L'analisi stratigrafica del campione al microscopio polarizzatore, eseguita in luce riflessa bianca e in fluorescenza UV, mostra la seguente articolazione a partire dal basso:
1 - tracce della terracotta di colore rosato;
2 - strato rosso di circa 10-20 µm, probabile stesura originale;
3 - spesso strato bianco applicato in sue stesure, in fluorescenza UV mostra un colore azzurro. La consistenza e il tipo di fluorescenza indicano una stesura di gesso e colla. Il gesso d'altra parte è stato confermato dall'analisi micro Raman.
4 - strato bianco di spessore 20 µm con all'interno grani di colore giallo (goethite), agli UV mostra un'intensa fluorescenza giallo acceso caratteristica del bianco di zinco;
5 - strato di colore rosso aranciato, spessore circa 40 µm, a base di ocra con leggera fluorescenza celeste, quest'ultima indica la presenza di un legante organico di tipo proteico, probabilmente colla;
6 - strato superficiale molto sottile, pochi µm, di colore bianco con intensa fluorescenza gialla agli UV. Anche questo strato è costituito da bianco di zinco.
L'analisi XRF condotta in situ ha individuato anche l'impiego di bianco di piombo sia per il colletto bianco che per l'incarnato, dove la tonalità rosata è ottenuta con l'aggiunta di modeste quantità di cinabro.
La scultura è stata sottoposta anche ad indagine radiografica, da cui risulta che la testa è cava fino all'altezza della bocca. Sulla sommità del capo è stato praticato un foro, indispensabile in fase di cottura per consentire la fuoriuscita dei gas ed evitare l'apertura di fessure passanti nella testa provocate dall'aumento della pressione interna. Nonostante questa precauzione, numerose fratture si sono prodotte sul manufatto durante la cottura. Alcune, molto marcate, in corrispondenza della testa, altre in corrispondenza del torso. Proprio tra queste ultime se ne riscontra una passante, verticale, sulla parte sinistra del petto e una meno profonda, ma parallela alla prima, sulla parte destra. Tali segni testimoniano probabilmente la riapertura, in fase di cottura, delle linee di giunzioni di diverse porzioni di impasto, che non avevano aderito perfettamente. Sempre sul torso della figura, numerose aree meno radiopache della media testimoniano la perdita di scaglie durante la cottura, che dovevano aver conferito alla superficie un aspetto piuttosto irregolare, successivamente nascosto dalla preparazione e dalle stesure pittoriche.

103. Scultore romano, *Oceano* (da Pietro Bracci)

La radiografia mostra come la scultura sia sostanzialmente integra nella sua struttura, segnata solo da modeste perdite di materia dal polpaccio sinistro e da alcune pieghe del panneggio, oltre che chiaramente dal braccio destro interamente mancante. Proprio nel troncone superstite del braccio destro la radiografia evidenzia la presenza di un frammento di un sottile filo metallico, probabilmente in antico utilizzato per far riaderire il braccio, successivamente definitivamente perduto. Le fratture da ritiro prodotte durante la cottura sono di modesta entità e diffuse, fatta eccesione per quella orizzontale in corrispondenza della vita, dove verosimilmente dovevano essere congiunte due parti diverse di impasto utilizzate per modellare la scultura. La radiografia mostra, sulla parte destra del collo e sotto al piede sinistro, delle sottili linee radiopache che potrebbero suggerire la presenza di ulteriori fili metallici. In realtà tali tracce sembrano più correttamente da ricondurre ad accumulo di materiale radiopaco nelle gole incise sulla superficie della scultura, in particolare tra la pianta del piede e il fondo, dove sono essere ancora presenti significativi residui della preparazione o della pellicola pittorica.



Pietro Bracci, *Oceano*. Radiografia