

LA MULTIDISCIPLINARIETÀ AL SERVIZIO DELLE INDAGINI SU MANUFATTI TESSILI IL CASO DEL PIVIALE APPARTENENTE ALLA DIOCESI DI AOSTA

Lorenzo Appolonia, Simonetta Migliorini, Dario Vaudan, Gianfranco Zidda,
Sylvie Cheney*, Monica Gulmini*, Ambra Idone*, Cinzia Oliva*, Anna Piccirillo*

Lo studio dei manufatti tessili, nella sua fase diagnostica, può essere affrontato attraverso analisi che prevedono l'utilizzo di tecniche di indagine non invasive¹ applicate *in situ*, seguite, se necessario, da approfondimenti realizzati con tecniche microinvasive. In particolare, le prime sono volte a evidenziare alcune caratteristiche peculiari dell'oggetto, sulla base delle quali è possibile eseguire una selezione mirata e accurata dei prelievi di materiale da sottoporre a ulteriori indagini in laboratorio. Le tecniche non invasive adatte allo studio dei tessuti permettono di riconoscere alcuni dei coloranti organici utilizzati per la tintura e di visualizzare qualcuna delle caratteristiche morfologiche del filato. Nel caso in cui questo sia metallico, è indispensabile determinarne le componenti materiche e definire il metodo di lavorazione utilizzato.

Generalmente, le strumentazioni portatili utilizzabili *in situ* sono microscopi (per indagare la morfologia del tessuto), spettrofotometri operanti in varie regioni del campo spettrale (per il riconoscimento dei coloranti), spettrometri di fluorescenza di raggi X (per l'individuazione degli elementi metallici e dei pigmenti). Di particolare rilevanza per il riconoscimento dei coloranti è l'utilizzo della spettrofotometria di riflettanza mediante fibra ottica (FORS) nella regione del visibile,² mentre la fluorescenza dei raggi X (XRF)³ consente di identificare, oltre ai metalli, i pigmenti inorganici presenti su eventuali zone dipinte.⁴

La parte microinvasiva, relativa ai coloranti, avviene mediante tecniche cromatografiche e spettroscopiche che permettono la loro caratterizzazione, quali: cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC)⁵ e spettroscopia

Raman amplificata da superfici (SERS).⁶ L'individuazione delle fibre è realizzata mediante microscopia ottica (OM) e spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR).⁷ Per il riconoscimento della composizione e della morfologia dei filati metallici si impiegano tecniche come la microscopia elettronica a scansione accoppiata a microsonda (SEM-EDS) e la microfluorescenza di raggi X (μ -XRF).

Alcune tra le tecniche analitiche sopra elencate sono state applicate ad un prezioso manufatto conservato nel Museo del Tesoro della cattedrale di Aosta, un piviale in velluto di seta rossa, broccato a filo metallico d'oro (BM 1712-2), che, insieme a una pianeta e un velo da calice realizzati con identico tessuto, vanno a costituire un paramentale tra i più notevoli della Diocesi aostana (fig. 1).

Il piviale è stato confezionato in un momento non determinabile, ma verosimilmente dopo il XVII secolo, e ha visto l'impiego, o meglio il recupero e la giustapposizione, di parti o ritagli (stolone, colletto dello stolone, cappuccio, manto di velluto operato) di diversa provenienza, epoca e qualità. Il cappuccio, ricamato a fili di seta e metallici, così come parte del rappezzo del colletto, un lampasso fiorentino, sono dovuti a un montaggio successivo alla produzione dei fregi ricamati sullo stolone. Il velluto del manto lascia aperti problemi di individuazione del luogo di produzione, nonché dell'epoca di realizzazione.

Una prima ricostruzione della storia dell'oggetto è stata tracciata attraverso l'indagine stilistica, grazie alla quale si inquadrano cronologicamente e territorialmente le sue diverse componenti.



1. Il paramento composto come piviale, assemblando elementi quattrocenteschi e cinquecenteschi. (P. Robino)

Lo **stolone** (17x300 cm) è costituito da dieci formelle, eseguite a ricamo su un supporto di tela di lino non sbiancato. I manufatti sono attribuibili a un ambito nordico (scuola franco-piemontese o fiamminga) del XV secolo e rappresentano figure di santi (Apostoli?) entro edicole.

Il **colletto** (16x38 cm) è un frammento di cappuccio di piviale (ricamo di ambito tedesco, inizi del XVI secolo?), con due inserti frammentari di lampasso giallo a fondo rosso, un “bordo figurato” fiorentino, decorato con la scena dell’Ascensione del Cristo (XVI secolo).

Il **cappuccio** (42x48 cm) raffigura una Annunciazione di tipo “toscano”; il ricamo è stato eseguito su un supporto di tela di lino a punto raso, spaccato e serrato con filati di seta policroma e a punto steso con filati metallici.

Il **manto** (153x305 cm) costituito da sei teli, è stato realizzato con un velluto di seta cremisi broccato in oro filato, di controversa datazione e provenienza.⁸

Eventuali conferme a queste ipotesi attributive sono state ricercate con l’ausilio delle indagini fisico-chimiche sui filati e sul loro stato di conservazione, dell’analisi dei coloranti utilizzati e dei filati metallici per ciascuna parte del piviale, in quanto la definizione delle materie prime coloranti può fornire dati discriminanti sul luogo di produzione del tessuto, individuato in questo caso nelle regioni europee o nel vicino (o estremo) Oriente.

Alla stessa maniera, l’indicazione della tipologia del filato metallico (membranaceo oppure a lamina su anima di seta o di lino), aiuta nella determinazione cronologica e territoriale, in quanto, ad esempio, è noto che l’oro membranaceo cessa di essere utilizzato in Italia a partire dal XV secolo. Nell’ambito del lavoro diagnostico sul piviale della cattedrale, è stato possibile utilizzare *in situ* la FORS nel campo ultravioletto, nel visibile e nel vicino infrarosso, e la XRF. Le misure effettuate sul posto sono state condizionate dall’impossibilità di estrarre il piviale dal luogo in cui è conservato; per questo motivo, sono state raggiunte con gli strumenti solamente le zone prossime al lato di apertura della teca in vetro che contiene il manufatto. Le misure FORS sono state eseguite su tutte le parti costituenti il piviale (manto, cappuccio, colletto, stolone, bordo figurato), sia nelle zone ritenute originali, sia sulle integrazioni. Le misure XRF sono state invece effettuate sulle frange e sulla decorazione metallica del cappuccio.

I prelievi sono stati ridotti al minimo per impedimenti dovuti alla struttura della teca e per la presenza di una fodera cucita al manufatto, che ha impedito di campionare tutte le parti del piviale. L’unico frammento, pertinente al manto asportato dal bordo perimetrale in una zona nascosta sotto l’orlo, è costituito dal filato di pelo del velluto e dal filato metallico della broccatura. Il prelievo di questo campione ha consentito di approfondire la caratterizzazione del colorante rosso del manto mediante misure ottenute con la SERS e la HPLC accoppiata a spettrometria di massa (MS). Per l’identificazione della fibra è stata eseguita l’osservazione del filato al microscopio ottico, con il supporto di tecniche di colorazione specifiche. Il filato metallico del frammento è stato analizzato con tecnica XRF portatile e osservato, tal quale e in sezione lucida trasversale, tramite OM e SEM. La lega metallica costituente il filato è stata caratterizzata mediante microscopia SEM-EDS il cui utilizzo è stato possibile grazie alla convenzione recentemente stipulata con il Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale.

Risultati delle analisi

Le indagini XRF effettuate *in situ* sul cappuccio hanno permesso di identificare il rame come principale costituente delle frange, mentre il decoro metallico è formato da fili in lega di rame, argento e oro.

Le misure ottenute mediante analisi FORS (fig. 2) sono state confrontate con un *database* di spettri ottenuti da campioni di riferimento di varie fibre (lana, seta, cotone, lino) tinte con coloranti naturali.⁹

L’analisi FORS delle aree rosse del manto, del bordo decorato e dello stolone ha evidenziato spettri con andamento simile, che consentono di far risalire la colorazione a insetti della famiglia dei coccidi, ma non ne permettono una distinzione a livello di specie (kermes, cocciniglie o lacca indiana).

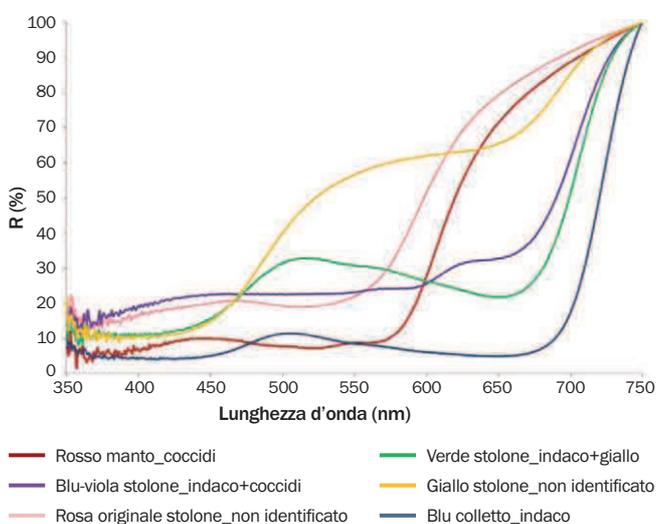
Le zone rosa dello stolone, sia per le parti originali che per quelle di restauro, presentano uno spettro FORS che non consente l’attribuzione della tinta a nessuno dei principali coloranti impiegati in passato.

I punti di colore blu analizzati sullo stolone e sul cappuccio mostrano l’andamento caratteristico di un pregiato colorante impiegato in antichità, l’indaco, caratterizzato da un minimo di riflettanza a circa 660 nm.

Le aree blu dello stolone, originali e di restauro, presentano anche caratteristiche spettrali non riconducibili alla sola presenza di indaco, la cui natura dovrà essere approfondita. Le misure effettuate su due punti blu e su altri due blu-viola dello stolone rivelano l’utilizzo dell’indaco in sovrapposizione a un colorante rosso della famiglia dei coccidi.

Le aree gialle dello stolone, originali e di restauro, sono costituite da un giallo non identificabile con la tecnica FORS; si può comunque escludere la presenza di un colorante appartenente alla classe chimica dei carotenoidi (come lo zafferano) poiché questi presentano caratteristiche spettrali solitamente riconoscibili. Tali aree gialle sono contraddistinte da una debole presenza di indaco, individuabile grazie alla citata banda caratteristica a 660 nm.

Il tono verde in alcune zone del colletto e dello stolone è stato ottenuto per sovrapposizione di un colorante



2. Spettri FORS ottenuti sul piviale.



3. Ripresa allo stereo-microscopio del campione prelevato, 80x.

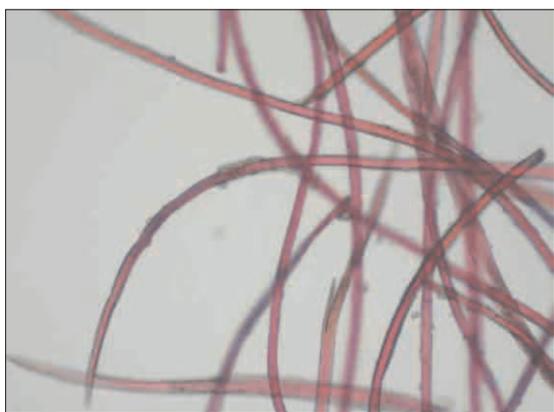
blu, identificato come indaco, a uno giallo, per il quale valgono le considerazioni riportate sopra.

L'elaborazione dei risultati delle indagini sui coloranti svolte con tecniche microinvasive è ancora in corso e consentirà di approfondire ulteriormente alcuni aspetti relativi ai coloranti rossi impiegati per la tintura del manto.

L'osservazione con stereo-microscopio del campione prelevato dal manto (fig. 3) ha consentito di individuare la modalità di realizzazione del filato metallico, costituito da un filo di fibra animale o vegetale su cui è avvolta una sottile lamina metallica.

Per riconoscere le fibre tessili impiegate nel manufatto è stata effettuata un'analisi morfologica, osservandole singolarmente al microscopio ottico e dopo trattamento preventivo con reattivo iodo-solfurico per rendere più evidenti i caratteri morfologici e distinguere quindi i filati di origine animale da quelli di origine vegetale. L'esame al microscopio ottico avviene per confronto con *standard* di fibre: si osservano le caratteristiche proprie di ciascuna di esse, quali la dimensione, la forma, la morfologia e la colorazione ottenuta dalla reazione. L'osservazione al microscopio del campione prelevato ha consentito di identificare la seta (fig. 4), con spessore variabile da 5 a 10 μm , come materiale costituente sia il filo di pelo del velluto rosso sia l'anima del filato metallico.

Le misure XRF eseguite sul filato color oro del manto hanno messo in luce la presenza preponderante di argento,



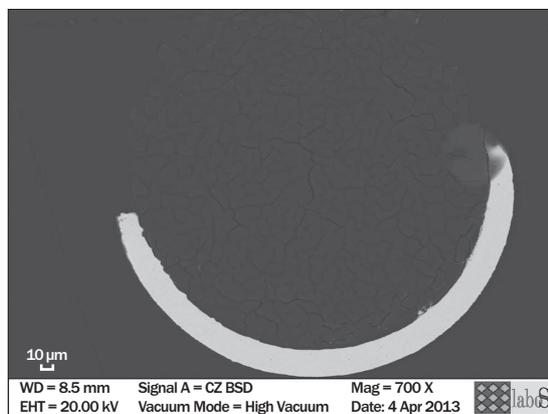
4. Fibre di seta trattate osservate al microscopio ottico in luce trasmessa, 200x.

rame e oro mentre in quantità inferiore sono stati rilevati calcio, ferro e piombo. La lamina metallica osservata allo stereo-microscopio, dopo aver rimosso l'anima di seta e dispiegato la parte metallica, appare argentea sul lato a contatto con la seta e color oro su quello esterno.

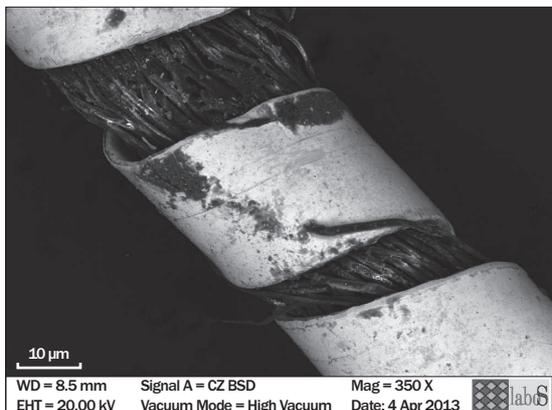
Le immagini ottenute al microscopio elettronico (visualizzando gli elettroni retro-diffusi dal campione) sulle sezioni trasversali del filato metallico hanno permesso di osservare l'aspetto della lamina metallica avvolta attorno alle fibre di seta (fig. 5) con la presenza di uno strato a maggiore luminosità (costituito quindi da elementi a peso atomico maggiore) dello spessore di circa 1-2 μm in corrispondenza della zona esterna della lamina metallica, il cui spessore totale è di circa 20 μm . I profili di concentrazione, ottenuti con l'ausilio della microsonda elettronica, hanno, infatti, evidenziato in questo strato la presenza di oro in lega con argento e rame, mentre il resto della lamina risulta composta da una lega argento-rame.

L'osservazione al microscopio elettronico del filo metallico, non preparato in sezione trasversale, ha permesso di individuare alcune caratteristiche morfologiche che ne hanno chiarito la tecnologia di produzione. In particolare, sulla superficie esterna della lamina sono visibili una serie di righe parallele tra loro, riconducibili alla liscitura della stessa (fig. 6).¹⁰ Il bordo di taglio è costituito da una superficie eterogenea in cui si distinguono due strati: uno esterno, sottile, che in parte si sovrappone ad uno interno, più spesso; all'interfaccia è presente una zona scura costituita quindi da elementi più leggeri (fig. 7). L'osservazione del bordo di taglio della lamina, insieme all'aspetto della superficie esterna e ai risultati ottenuti dall'analisi delle sezioni, fanno presumere che questa sia stata realizzata mediante sovrapposizione di una foglia d'oro (o lega oro-argento-rame) su una lamina in lega argento-rame di spessore maggiore.¹¹ Da un'unica lamina sono stati quindi tagliati i nastri avvolti attorno al filo di seta teso; l'operazione di taglio, effettuata dalla parte della lamina d'oro, ha probabilmente comportato la parziale sovrapposizione di quella esterna su quella interna (fig. 7).

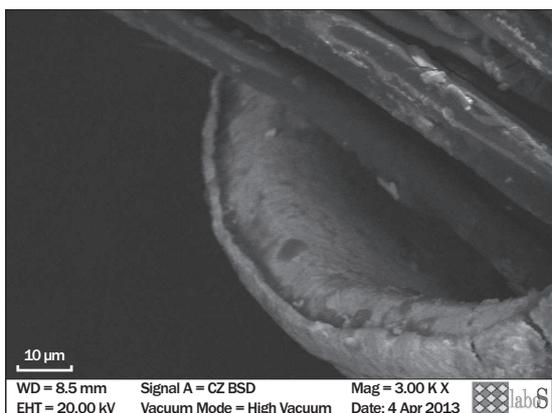
L'analisi composizionale del filo intero ha confermato i dati ottenuti sui campioni allestiti in sezione: nello strato esterno è stata riscontrata la presenza di oro, mentre



5. Sezione del filato metallico analizzata con microscopio elettronico, 700x.



6. Filato metallico esaminato tramite microscopia elettronica, 350x.



7. Particolare del taglio del filato metallico osservato mediante microscopia elettronica, 3000x.

quello interno è prevalentemente costituito da una lega argento-rame. Le zone scure osservate sul bordo e sulla superficie esterna della lamina (figg. 6, 7) sono costituite da elementi (silicio, calcio, cloro, alluminio, potassio, ferro, magnesio) riconducibili ad un deposito di pulviscolo atmosferico.

1) L'indicazione "non invasive" caratterizza le tecniche di indagine che non prevedono alcun prelievo di materiale dall'oggetto in studio; si distinguono da quelle "invasive", che richiedono invece la rimozione di parti più o meno consistenti (scala "macro" oppure "micro") del materiale da sottoporre ad analisi.

2) La tecnica, indicata con l'acronimo FORS (Fiber Optics Reflectance Spectrometry), prevede l'utilizzo di fibre ottiche per inviare sull'oggetto una radiazione luminosa bianca e raccogliere, sempre mediante fibra ottica, la radiazione diffusa per riflessione dalla superficie del campione. M. GULMINI, A. IDONE, E. DIANA, D. GASTALDI, D. VAUDAN, M. ACETO, *Identification of dyestuffs in historical textiles: Strong and weak points of a non-invasive approach*, in "Dyes and Pigments", vol. 98, 2013, pp. 136-145.

3) La tecnica, indicata con l'acronimo XRF (X-Ray Fluorescence), utilizza i raggi X per stimolare nel campione un'ulteriore emissione di raggi X (fluorescenza) che consentono di riconoscere gli elementi chimici presenti nel materiale indagato.

4) C. SECCARONI, P. MOIOLI, *Fluorescenza X. Prontuario per l'analisi XRF portatile applicata a superfici policrome*, Firenze 2002.

5) E. ROSENBERG, *Characterisation of historical organic dyestuffs by liquid chromatography-mass spectrometry*, in "Analytical Bioanalytical Chemistry", vol. 391, 2008, pp. 33-57.

6) F. CASADIO, M. LEONA, J.R. LOMBARDI, R.P. VAN DUYN, *Identification of Organic Colorants in Fibers, Paints, and Glazes by Surface Enhanced*

Raman Spectroscopy, in "Accounts of chemical research", vol. 43 (6), 2010, pp. 782-791 (rivista online).

7) I. ADROVER GARCIA, *Applicazioni della spettrofotometria IR allo studio dei beni culturali*, in "I Talenti", 9, 2001.

8) C. OLIVA, G. ZIDDA, *Il ragionevole dubbio. Progettazione e procedure per il restauro di tessuti, applicate al piviale quattrocentesco conservato nel Museo del Tesoro della cattedrale di Aosta*, in *Lo Stato dell'Arte*, Atti del VII Congresso nazionale dell'IGIIC (Napoli, 8-10 ottobre 2009), 2009, pp. 159-165.

9) Si veda GULMINI, IDONE, DIANA, GASTALDI, VAUDAN, ACETO 2013.

10) W. NICODEMI, C. MAPELLI, *Archeometallurgia*, Milano 2009.

11) *Ibidem*.

*Collaboratrici esterne: Sylvie Cheney, borsista Fondo Sociale Europeo in Metodologie e Tecnologie per la valorizzazione dei beni culturali - Monica Gulmini, ricercatrice Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Torino - Ambra Idone, borsista Fondo Sociale Europeo in Metodologie e Tecnologie per la valorizzazione dei beni culturali, dottoranda in Scienze Chimiche - Cinzia Oliva, restauratrice - Anna Piccirillo, assegno di ricerca Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Torino.