

Dall'Asia all'Africa. Studio e restauro di armi bianche polimateriche

Nicola Salvioli
Clementina Dal Pian
Giorgio Pettiti

Ditta Salvioli Nicola, Sede Operativa Borgo Albizi, 15. I-50122 Firenze.
E-mail: info@nicolasalvioli.com; clementina.pia@gmail.com; giorgiopettiti@gmail.com

Ivana Angelini

Dipartimento dei Beni Culturali, Università degli Studi di Padova, Piazza Capitaniato, 7. I-35139 Padova.
E-mail: ivana.angelini@unipd.it

Alfonso Zoleo

Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Padova, Via Francesco Marzolo, 1. I-35131 Padova.
E-mail: alfonso.zoleo@unipd.it

Gilberto Artioli

Dipartimento di Geoscienza. Università degli Studi di Padova, Via Giovanni Gradenigo, 6. I-35131 Padova.
E-mail: gilberto.artioli@unipd.it

RIASSUNTO

L'intervento sul numeroso gruppo di armi bianche esposte nel nuovo Museo della Natura e dell'Uomo (MNU) dell'Università di Padova è stato occasione per approfondire, anche col supporto diagnostico dei Dipartimenti che collaborano con il Museo, alcune tecniche esecutive immutate per secoli nella produzione di questi manufatti d'uso, provenienti dal continente africano e dal Sud-Est asiatico fino al Giappone. Lo stato di conservazione di questi oggetti polimaterici ha richiesto un approccio metodologico scientifico e conservativo, necessario per affrontare le diverse problematiche offerte dalla compresenza di diversi metalli, legni, cuoio e tessuti. Oltre che impiegare consuetudini tecniche per la pulitura, il consolidamento e la protezione dei materiali, è stato necessario approfondire e individuare modalità di integrazione materica ed espedienti per la corretta esposizione nel nuovo allestimento.

Parole chiave:

conservazione, restauro, armi bianche, manufatti polimaterici, metodologia integrata.

ABSTRACT

From Asia to Africa: Study and restoration of multi-material bladed weapons

The intervention on the extensive collection of bladed weapons displayed in the new Museum of Nature and Humankind (MNU) at the University of Padova provided an opportunity to thoroughly examine, with the diagnostic support of the Departments collaborating with the Museum, some manufacturing techniques that have remained unchanged for centuries in the production of these functional artifacts made in Africa, Southeast Asia, and Japan.

The conservation condition of these multi-material objects required a scientific and cautious methodological approach, essential to address the different challenges posed by the presence and assemblage of various metals, woods, leather, and fabrics. In addition to using established techniques for cleaning, consolidating, and protecting the materials, it was also necessary to explore and identify ways to integrate the materials and solutions for the proper display of the objects in the new exhibition.

Key words:

conservation, restoration, bladed weapons, multi-material objects, integrated methodology.

I REPERTI RESTAURATI

Le armi di cui daremo conto a seguire rappresentano una selezione ristretta dei numerosi esemplari conservati all'ex Museo di Antropologia, una parte già di proprietà dell'Università di Padova e una parte in deposito nel Museo d'Arte Orientale di Venezia - MAOV della Direzione regionale Musei nazionali del Veneto, Mini-

sterio della Cultura (Boscolo Marchi, 2021). Ora visibili nel nuovo percorso museale, si tratta di armi bianche in asta o corte immanicate da taglio con lame corte e lunghe (tab. 1), che potremmo definire testimonianze esemplari e ricorrenti prodotte per uso guerresco, distintive di rango sociale o culturale, e alcune anche per la caccia (De Vita, 1983). Questi oggetti nel corso dei secoli hanno conosciuto poche evoluzioni tecnologiche.

Armi	Denominazione	Cat.	Sala esposizione MNU	Proprietà
Armi in asta				
Lancia	Guan Dao	SN395	Giappone	MAO
Lancia		SN398-42	Sud-Est Asia	MAO
Lancia	(ambito cinese)	SN399-34	Sud-Est Asia	MAO
Lancia	Naginata	SN631-42 / OR118	Giappone	MAO
Lancia	Makura yari	SN OR104	Giappone	MAO
Lancia	(ambito indonesiano)	VE38	Sud-Est Asia	MAO
Lancia	(tridente, lancia tigre cinese)	VE124	Sud-Est Asia	MAO
Lancia	Makura yari	VE223	Giappone	MAO
Lancia	Jūmonji yari	VE377	Giappone	MAO
Lancia	Magari yari	VE433	Giappone	MAO
Armi corte				
Spada e fodero	Shamshir	ETAF053	Africa sahariana e mediterranea	UNIPD
Spada e fodero	Shotel, sciabola abissina	ETAF054	Africa sahariana e mediterranea	UNIPD
Spada e fodero	Shotel, sciabola abissina	ETAF055	Africa sahariana e mediterranea	UNIPD
Spada e fodero	Seme	ETAF056	Africa orientale e Madagascar	UNIPD
Spada e fodero	Seme	ETAF057	Africa subsahariana	UNIPD
Pugnale e fodero	Kriss	VE497	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss	VE569	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss	VE661	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss sundang	VE697	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss	VE707	Cina	MAO
Spada e fodero	Barong	VE715	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss sundang	VE718	Cina	MAO
Spada e fodero	Sciabola Klewang, spada corta ambito indonesiano	VE725	Cina	MAO
Spada e fodero	Kukhri-kora	VE732	Cina	MAO
Pugnale	Kriss sundang	VE736	Cina	MAO
Coltello	Badek	VE740	Cina	MAO
Spada e fodero	Barong	VE747	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss	VE793	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Kriss	VE795	Cina	MAO
Pugnale e fodero	Alamang	VE809	Cina	MAO
Spada e fodero	Barong	VE830	Cina	MAO
Spada e fodero	(ambito giavanese)	VE840	Cina	MAO
Spada e fodero	Parang	VE853	Cina	MAO
Spada e fodero	Dao	VE902	Cina	MAO

Tab. 1. Lista dei campioni restaurati e loro collocazione espositiva.

che e di forma, e sono esemplari di civiltà che spaziano dall'Africa a tutto il Sud-Est asiatico, anche di influenza cinese, fino al Sol Levante (Stone, 1999).

Il numero e la varietà di oggetti e materiali trattati non permettono di descrivere ogni intervento in dettaglio. Abbiamo quindi utilizzato un criterio descrittivo per categorie materiche, concentrandoci sugli aspetti principali emersi durante l'operazione e su alcuni temi approfonditi.

LA STRATEGIA DI RESTAURO

L'approccio metodologico è stato ovviamente di tipo scientifico e conservativo, con il supporto diagnostico anche per evitare scelte potenzialmente inadeguate. L'obiettivo primario era focalizzato a risolvere problemi materici, cercando di restituire leggibilità ai dettagli esecutivi indicativi della provenienza, nonostante il deterioramento indotto dal contatto tra diversi materiali e/o dall'uso. Non da meno emergevano da subito alterazioni



Fig. 1. Pugnale ("kriss") e fodero, Sud-Est Asia, seconda metà del XIX secolo (Cat. VE497); in basso il pugnale e il fodero smontati per la pulitura e il restauro.

delle qualificazioni superficiali e talvolta un assemblaggio di elementi non coerenti tra loro, sia per provenienza sia per epoca o addirittura per tipologia di manufatto. Queste forzature potrebbero ricondursi a fasi successive al trasferimento dai luoghi di produzione, così come a precedenti "restauri" di ambito occidentale risalenti ai primi del '900, come testimoniato dal ritrovamento di materiale cartaceo aggiunto nei foderi o tra impugnature e codoli, talvolta composto di frammenti di quotidiani e perfino del menù di un locale veneziano.

Come spesso accade su opere polimeriche, si è preferito dare priorità alla conservazione dei materiali non metallici, più vulnerabili nella conservazione a lungo termine. La conoscenza delle future condizioni microclimatiche espositive e la gestione anticipata dei supporti espositivi hanno aiutato questa scelta metodologica. Come da prassi, una volta identificata la tipologia di ogni manufatto e confrontata con altri esemplari esposti in altre collezioni e in bibliografia, l'osservazione autoptica con l'ausilio di stereomicroscopio ha permesso di valutare correttamente lo stato di conservazione.

Di pari passo la scelta di smontare i diversi elementi che compongono le armi stesse (fig. 1). Il poter intervenire distintamente sulle varie parti, e soprattutto sui diversi materiali costitutivi, rappresenta infatti un prezioso vantaggio esecutivo, sia per l'impiego di più tecniche di pulitura sia per la scelta e l'applicazione dei materiali d'intervento. I trattamenti indipendenti dei diversi materiali permettono di evitare e controllare qualsiasi possibile interferenza chimica.

Tutte le lame forgiate con leghe di ferro arricchite in vario grado di carbonio, damascate, incise o specchiate e parzialmente laccate, come nel caso delle lame giapponesi, presentavano significative e varie corrosioni superficiali, sia che fossero conservate all'interno di foderi sia che ne fossero prive, e in alcuni casi le alterazioni erano da ricondursi a precedenti puliture aggressive. Quando possibile, senza apportare modifiche, le lame sono state rimosse dalle rispettive aste o impugnature al fine di intervenire anche sui codoli (fig. 1), che solitamente presentano maggiore corrosione a causa del contatto con materiali idroassorbenti.

LA PULITURA E IL TRATTAMENTO PROTETTIVO

Dopo una spolveratura iniziale, le sostanze protettive originali invecchiate sono state rimosse dalla superficie degli oggetti con bagni o tamponi utilizzando diverse miscele di solventi, principalmente metiletilchetone ed etanolo in parti uguali oppure polipropilene carbonato in presenza di vernici (acriliche e non). Una miscela di dimetilsolfossido e butile acetato ha eliminato le sostanze oleose, mentre la ligroina è stata usata per le laccature superficiali.

La pulitura è stata condotta manualmente utilizzando strumenti meccanici, bisturi o microspazzole in acciaio su manipoli, fino all'uso di ablatore a ultrasuoni per le corrosioni più dure e spesse. In alcuni casi corrosioni crateriformi, profonde o tenaci, sono state ammorbidite e assottigliate con acido ossalico al 5% in acqua demineralizzata, sia a tampone sia con impacchi supportati dalla laponite, e successivamente disattivate con una soluzione acquosa di bicarbonato di sodio. La stessa soluzione supportata da agar-agar è stata utilizzata per rimuovere le solfaturazioni più tenaci dalle componenti in argento (impugnature, guardamano, foderi) (fig. 2), diversamente pulite a tampone con bicarbonato finissimo inumidito da alcol etilico. Le ossidazioni leggere presenti sui fornimenti in lega di rame sono state trattate con soluzioni di sali di Rochelle e puntualmente con specilli meccanici per rimuovere spesse concrezioni. I residui di prodotti di corrosione del ferro sono stati inibiti e lievemente convertiti con soluzioni di acido tannico in alcol etilico in concentrazioni variabili dal 5 al 15% anche valutandone la resa estetica. Quando i materiali o le forme alterate non consentivano il ripristino o la permanenza del corretto assemblaggio dei

manufatti, si sono rese necessarie alcune integrazioni sostanziali e generalmente non visibili utili a consolidare o rimontare gli oggetti, talvolta inserendo nuove spine oppure eseguendo incollaggi con epossidiche alleggerite da microsferi di vetro e a ponte con tessuto non tessuto.

Dopo gli opportuni lavaggi con acqua per rimuovere eventuali residui dei materiali di intervento e/o con solventi per lo sgrassaggio e la successiva disidratazione superficiale coadiuvata da esposizione a lampade IR, sono stati applicati i protettivi optando per diverse soluzioni: Regalrez in cicloesano sulle laccature dei ferri, Paraloid 44 sui ferri e Inrcal 44 sempre in butile acetato sulle componenti in lega di rame, mentre sugli argenti con vernice nitrocellulosica è stato applicato Zapon al 20% in diluente al nitro. Prima del rimontaggio, tutti gli elementi metallici hanno ricevuto un secondo strato protettivo con cera microcristallina Multiwax al 2% in ligroina, garantendo così la possibilità di manipolare le opere anche nelle fasi successive, quali movimentazione e allestimento.

Per i pochi componenti in tartaruga trattati, si è rivelata efficace una pulitura a tampone con miscela 3A (acqua, alcol, acetone in parti uguali). Per gli elementi in osso o corno che presentavano trattamenti precedenti con vernice o olio, è stata effettuata una lieve pulitura a tampone con la stessa miscela e puntualmente con acqua ossigenata 120 volumi.

Per quanto riguarda i tessuti, tutti in fibra animale di lana o seta, consunzione e usura già risalenti al periodo d'uso oppure pesanti attacchi biologici avevano compromesso fortemente solidità e connessione agli altri manufatti a essi abbinati. Sono state eseguite puliture per aspirazione controllata, proteggendo la superficie con schermature in tulle, e sono stati rimossi i fili

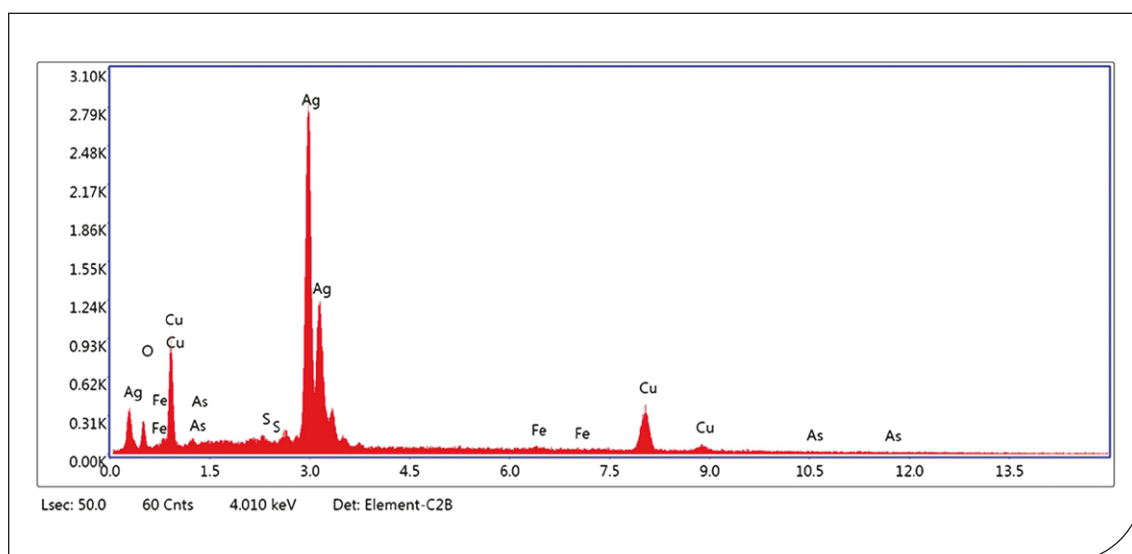


Fig. 2. Analisi mediante SEM-EDS del fodero del "kriss" riportato in figura 1 (Cat. VE497). L'analisi del metallo mostra l'alto tenore in Ag, con presenza di Cu, Fe e As come impurezze.

sciolti. Dove il materiale non era in grado di sostenere interventi ad ago e filo i consolidamenti sono stati eseguiti a sandwich, diversamente sono stati impiegati organzino di seta e tulle sintetici, integrando talvolta con tessuti di supporto, simili agli originali per materia, intreccio e accordi cromatici.

Alcuni foderi, tutti i lacci e i cinghioli dei pezzi restaurati sono prodotti con pellami di mammiferi, prevalentemente crosta di bovini e caprini e budella, in alcuni casi lavorati a cuoio con qualche applicazione di ciuffi di crine o capelli ormai molto deteriorati. A eccezione di un pezzo tinto, tutti sono di colore naturale con cuciture in filati vegetali. Tutti in condizioni precarie come spesso si rileva in questi manufatti, erano già pesantemente attaccati da muffe e insetti xilofagi e poco mantenuti. Disidratati, irrigiditi e quindi anche lievemente ristretti, da molto tempo contenevano le lame che nessuno aveva avuto necessità di sguainare. Il prolungato contatto dei metalli confinati nel materiale idroassorbente delle pelli ha generato prodotti di corrosione che, inevitabilmente migrati sul materiale organico, fungevano da collante. La separazione delle lame dai foderi è stata quindi molto delicata ed è avvenuta solo dopo una prima timida reidratazione delle pelli per riammorbidirle. La pulitura è stata condotta con tamponi di cotone imbevuti con acqua deionizzata addizionata di benzalconio cloruro per abbattere parte degli attacchi fungini (fig. 3), in alcuni casi essa è stata protratta sempre a tamponi imbevuti di acqua e ligroina per alleggerire lo sporco generico o rimuovere residui di grassi essiccati. Le cinghie arrotolate ai foderi sono state ridistese molto lentamente, mantenendole tra fogli di Goretex e panni di cotone inumiditi, così da poterle spianare ed esporre

correttamente. Alcuni consolidamenti necessari sono stati eseguiti ad ago e filo vegetale ripercorrendo i fori delle cuciture preesistenti e, dove mancavano lembi o elementi di giunzione e chiusura, sono stati riprodotti con filo cerato all'uncinetto simulando quelli presenti. Per le condizioni precarie e per le possibilità date dalla nuova esposizione, si è deciso di non integrare lacune e di non incollare il pellame ai supporti lignei delle valve interne quando presenti. Tutto il pellame è stato poi reidratato in più momenti con CIRE 231 con funzione protettiva grazie all'omogeneizzazione superficiale a panno.

Alcuni dei foderi a guaina rivestiti in pellame comprendevano le valve in legno grezzo. Molte custodie delle lame corte sono invece a fondina o ad astuccio di legno le cui valve combacianti sono allineate da fascette ed elementi metallici, talvolta unite o serrate da legature in rattan o giunco spesso fuori posto, allentate o rotte, per le quali è stato possibile solo realizzare supporti di rinforzo in tessuto non tessuto da tergo e puntuali reincollaggi con colle viniliche o cianoacrilato. In generale i foderi delle lame corte sono l'assemblato di più specie legnose, intagliati, rivestiti e talvolta con inserti in osso. Come per le impugnature, tutti i legni sono di provenienze locali e particolarmente duri, l'intaglio e le lavorazioni sono consuete per via dell'uso e generalmente tutti i pezzi erano stati trattati con verniciature di vario genere o gommalacca direttamente sullo sporco, che ne aumentava l'ingiallimento (fig. 4). Da piccoli saggi di rimozione dei trattamenti sui legni, si potevano apprezzare da subito varietà e caratteristiche delle diverse specie, quindi si è proceduto con la rimozione di tutti i trattamenti superficiali con idonee miscele di solventi. Lo sporco sul legno



Fig. 3. lfe fungine presenti all'interno della struttura vacuolare dell'osso che compone il manico del "kriss" di figura 1.

Le immagini sono state ottenute mediante CLSM (microscopia confocale a scansione laser, mediante uno strumento Olympus LEXT OLS4100). Immagine a sinistra: scala di riferimento = 200 µm; immagine a destra: scala di riferimento = 100 µm.

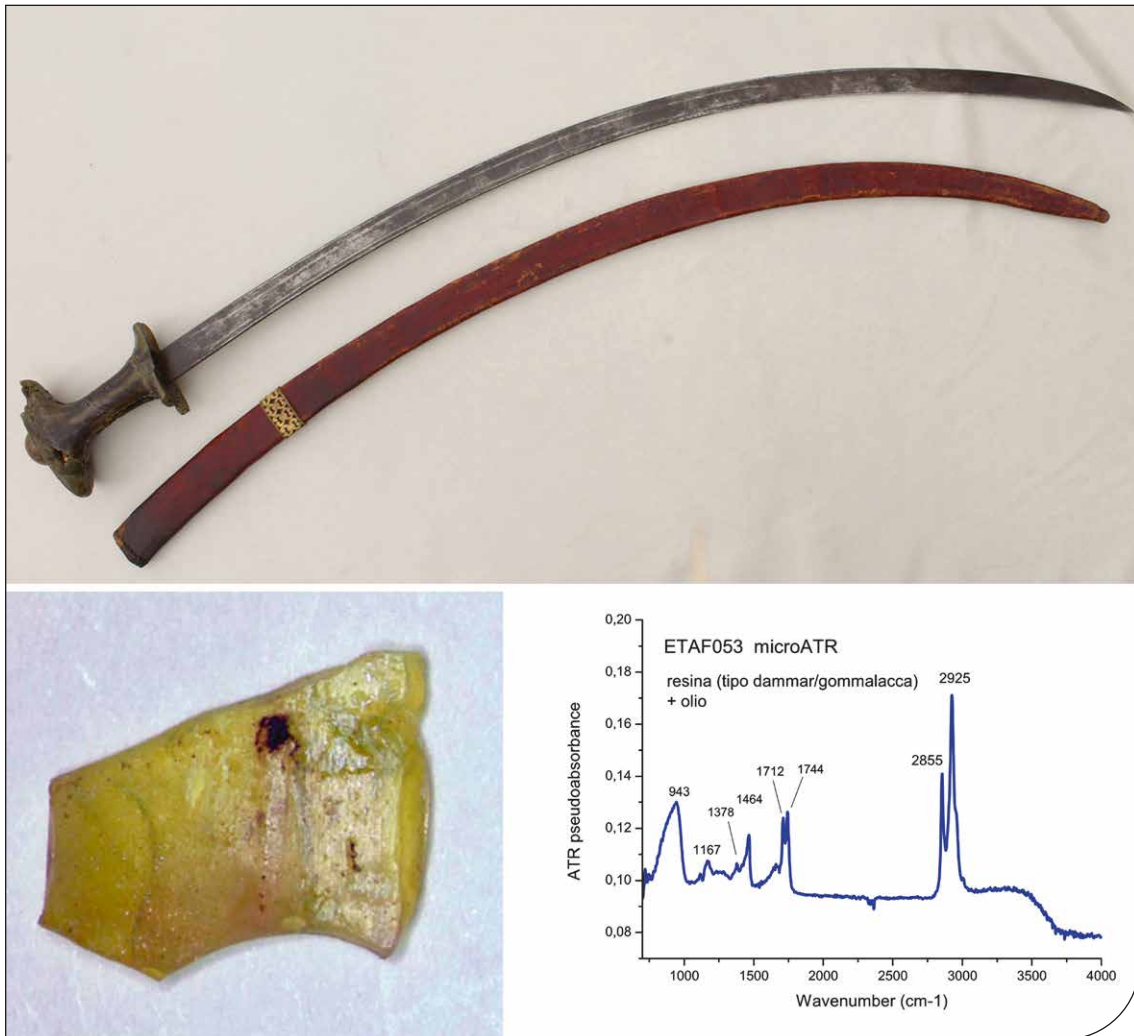


Fig. 4. Sciabola e fodero ("shamshir"), Etiopia, fine XIX secolo (Cat. ETAF053), un frammento della copertura di gommalacca dell'impugnatura di legno, e relativo spettro infrarosso ottenuto in modalità ATR.

interposto come una barriera alle verniciature aveva evitato la loro penetrazione in profondità. È stato così possibile rivelare tutte le caratteristiche estetiche dei legni, recuperandone la grana, i colori e le venature fino alla testurizzazione. Su tutti i foderi, come per le aste di solo legno, si sono eseguiti riposizionamenti di frammenti o incollaggi mediante colla vinilica leggermente diluita con acqua. Per un generale trattamento preventivo, per tutti i pezzi, anche se privi di attacchi xilofagi, l'applicazione di Perixil diretta e ai suoi vapori è proseguita a deposito in ambiente confinato a sacco per 28 giorni. Chiusi tutti i fori di sfarfallamento con cera microcristallina pigmentata in massa, tutte le aste, anche di bambù, sono state trattate per duplice effetto di consolidamento e protezione con Regalrez 1126 in ligroina, i foderi all'8% e le aste, a esclusione di quelle rivestite, al 5%.

Ulteriore variante d'intervento si è resa necessaria per i legni dei manufatti giapponesi, risalenti ai periodi

Edo e Meiji, dove ancora una volta il supporto diagnostico è stato importante per confutare alcune varianti tecnico-esecutive senza poterle tuttavia studiare singolarmente.

Le aste rivestite con la tecnica Raden, il cui legante è ormai fortemente cristallizzato e indebolito, presentano numerose lacune del rivestimento di madreperla (fig. 5), con e senza la preparazione sul legno a ricevere i piccoli frammenti in aragonite (fig. 6). Viste la numerosità e l'ampiezza delle lacune si è deciso di non integrare in alcun modo, ma tutti i lembi frammentari e i sollevamenti sono stati fermati con infiltrazioni a siringa con adesivo termoplastico Plexisol P550 al 10% in ligroina, lasciate asciugare sotto il peso di piccoli sacchetti colmi di piombini adagiati su fogli di Melinex come antiaderente.

In ultimo i legni laccati con lacca urushi (AA.VV., 1985), presenti per alcune aste o foderi "saya" delle lame delle aste, hanno seguito un percorso di restauro



Fig. 5. Asta di lancia ("makura yari"), Giappone, seconda metà del XIX secolo (Cat. SN OR104), con ingrandimenti della parte decorata con frammenti di madreperla (tecnica Raden) e delle lacune.

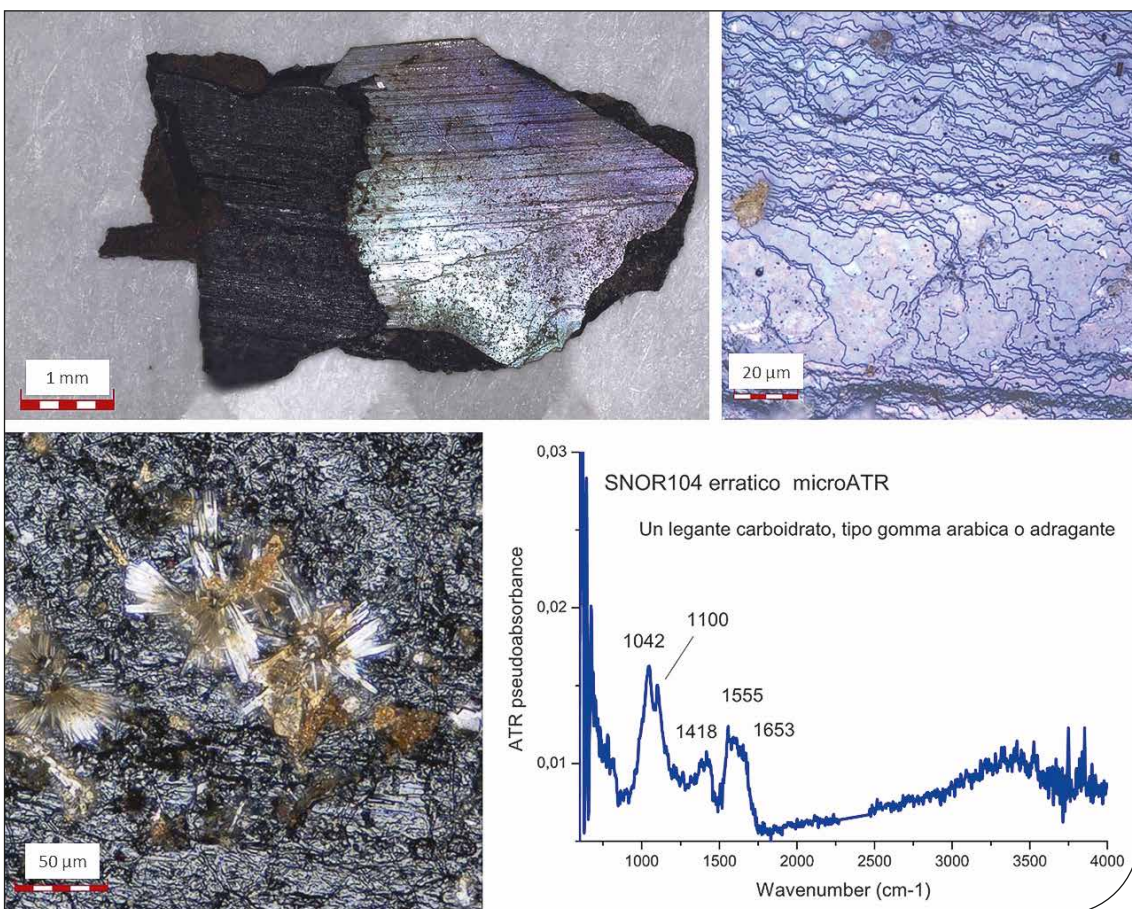


Fig. 6. Frammento di madreperla e strato preparatorio dall'asta di lancia di figura 4 (Cat. SN OR104).

Le immagini di dettaglio ottenute mediante microscopia confocale (CLSM) mostrano la struttura lamellare dell'aragonite che forma la madreperla e ampie ricristallizzazioni formatesi nello strato adesivo preparatorio, composto essenzialmente di gomma arabica o un prodotto equivalente, come evidenziato dall'analisi infrarossa in ATR.

ancora differente. Anche qui in alcuni casi non era presente una vera e propria preparazione, le lacune e i numerosi sollevamenti erano particolarmente fragili con ampie zone cretate. La delicatissima pulitura a tamponi di cotone appena imbevuti di acqua tiepida (35 °C circa) è stata rispettosa e sufficiente a rimuovere

lo sporco superficiale. Per queste opere non è stato applicato alcun tipo di protettivo ma è stata effettuata solo una lieve lucidatura con carta giapponese che ha richiesto molto impegno, tuttavia l'integrazione delle lacune si è rivelata fondamentale per risarcire e fermare i sollevamenti e i distacchi molto importanti.

LE LACUNE

Il corretto trattamento delle lacune è un tema delicato e particolarmente ricorrente nel restauro. Se dal punto di vista teorico i principi fondamentali sono attualmente condivisi – compatibilità materica, reversibilità o meglio ripetibilità, minimo intervento e riconoscibilità – dal punto di vista pratico non prevedono metodi standardizzati validi per ogni caso, è anzi doveroso trattare ogni manufatto come unicum. Tenendo ben presente i principi sopracitati, con l'obiettivo di orientare la scelta dei prodotti da utilizzare per l'integrazione delle lacune verso materiali compatibili con la matericità del manufatto, ma anche con la sua storia, e nell'ottica di rispettare la sostenibilità ambientale e la sicurezza dell'operatore, è stato ritenuto necessario fare approfondimenti sull'esecuzione delle integrazioni. Dopo aver esaminato la rara bibliografia relativa al tema delle lacche è stato condotto un iniziale studio comparativo su differenti formulazioni di stucco. A questo proposito sono stati scelti prodotti ampiamente conosciuti e utilizzati nel restauro, con qualità e natura chimica diverse tra loro, per produrre una serie di impasti successivamente testati per verificarne la funzionalità. Come cariche inerti sono stati comparati Arbocel BWW 40 e Polyfilla. Come leganti sono stati scelti il Tylose MH 300 P (metilidrossietilcellulosa) e il Klucel G (idrossipropilcellulosa) che sono due derivati della cellulosa, il polisaccaride naturale Funori (CTS, composto principalmente da funorani), l'Aquazol 500 (poli-2-etil-2-ossazolina) e la resina acrilica Primal AC33. Anzitutto, sono state condotte varie prove preliminari orientate all'ottenimento di stucchi omogenei e di facile stesura eseguendo test accurati per scegliere la modalità di preparazione e la concentrazione di ciascun legante, nonché la quantità di inerte e la procedura di miscelazione di ogni stucco.

Contestualmente alla ricerca della formulazione di stucco idonea, è stato necessario domandarsi come poter adeguatamente "mimetizzare" le applicazioni di stucco conferendogli una tinta che ben potesse sporsarsi con la superficie delle lacche urushi, rispettando il criterio di riconoscibilità dell'intervento. Per questo motivo sono stati inseriti all'interno delle prove dei test di colorazione sia di ritocco pittorico, con stesure effettuate a stucco asciutto, sia con pigmento in polvere in massa.

Gli impasti sono stati applicati su una tavoletta di legno utilizzando una maschera in Forex quadrata di 6 cm di lato e 3 mm di spessore, in modo da stendere ogni volta lo stucco all'interno simulando il riempimento di una lacuna.

Tylose MH 300 P al 3,6%, Klucel G al 4%, Funori al 2%, Aquazol 500 al 7%, Primal AC 33 al 30%: questi leganti sono stati miscelati sia con l'Arbocel sia con la Polyfilla, per avere una prova di riferimento, quest'ultima è stata anche preparata solo con acqua, come da scheda tecnica. Tutte queste prove sono state ripetute

con l'aggiunta in masse eguali di pigmento in polvere nero Roma, per un totale di ventidue provini.

Dopo l'asciugatura, ogni provino è stato diviso in nove quadretti (2 cm per lato), escluso il quadretto centrale che è stato lasciato intonso, sugli altri otto sono state eseguite diverse prove sia per testare alcune proprietà fisico-meccaniche dei provini (la durezza, la compattezza, la resistenza allo sfregamento e alla compressione), sia per testare alcuni metodi di ritocco pittorico. In particolare la superficie è stata sottoposta: al taglio di un bisturi con la lama a diverse angolazioni rispetto alla superficie, alla compressione con una spatola lanceolata, alla caduta libera (con angolo di 90°) di un martello da 150 g a penna tonda da orafo, alla pressione tramite una punta (OMMA diametro 3 cm da 1,9 kg), alla pressione di una barra in acciaio INOX di diametro pari a 10 mm (3,8 kg x 1'). Le prove di ritocco pittorico sono state eseguite con acquerello nero, acquerello nero miscelato con il legante, pigmento nero Roma in polvere più il legante; il colore è stato steso sia in un'unica campitura sia a formare delle linee sottili.

Ogni legante è stato anche utilizzato per far aderire alla superficie della tavoletta una striscia di carta giapponese, per meglio confrontare il potere adesivo di ogni prodotto.

Le tabelle 2 e 3 rappresentano un condensato di informazioni provenienti dagli esiti delle prove da noi effettuate; si tenga presente che, durante questo studio, sono stati raccolti moltissimi dati che non saranno approfonditi in questa sede. I dati sono stati strutturati con l'obiettivo di identificare la miscela che, nel complesso, risultasse la migliore per integrare le lacune dei manufatti in oggetto: in tabella 2 sono riassunte le qualità degli stucchi composti da Arbocel, in tabella 3 quelle degli stucchi miscelati con la Polyfilla. Le valutazioni riportate confrontano i vari impasti con lo stesso inerte e non rappresentano il comportamento dello stucco rispetto alla caratteristica citata ma il giudizio che gli è stato attribuito rispetto alle peculiarità che occorrono per integrare le lacune; la scala dei valori va da migliore (++), passando per un giudizio intermedio (+, +-, -), fino a peggiore (--).

Nel caso di Arbocel (tab. 2), la miscela con il Primal crea una pasta disomogenea difficile da stendere in modo efficace; la superficie del provino asciutto è rugosa, si leviga a stento e assume una tonalità gialla.

Anche l'impasto con l'Aquazol seppur migliore si stende a fatica sulla superficie asciutta; risulta più facilmente lisciabile, la tinta è bianca, opaca, e il provino non presenta variazioni di volume. Con questo legante si evidenziano problematiche con la ritenzione, lo stucco, infatti, non trattiene l'acqua, che bagna copiosamente la superficie della tavoletta nella fase di asciugatura, creando problemi con la colorazione nelle varie tecniche.

Tylose, Klucel e Funori creano delle paste omogenee, cremose, di facile stesura. L'uso del Tylose implica una cospicua perdita in volume della massa asciutta, ma

Arbocel	Tylose	Klucel	Funori	Aquazol	Primal
Qualità dell'impasto	++	++	++	-	--
No bolle	++	++	++	++	++
Facilità di stesura	+	++	++	-	--
Velocità di asciugatura	+	+-	+-	-	+-
Mantenimento del volume	-	+-	-	++	+
Colore dello stucco	++	++	-	+	--
Superficie lisciable	++	+-	+	--	-
Durezza	+-	-	+-	+	++
Compattezza	++	+	++	+-	-
Resistenza al bisturi	-	-	-	+	+-
Resistenza alla spatola lanceolata	+-	+-	+-	+	++
Resistenza alla pressione	+-	-	+	--	++
Resistenza all'impatto	+-	+-	+-	+	+
Stendibilità del colore	-	-	++	--	+
Assorbimento d'acqua	-	-	+-	--	++
Qualità con campitura	+-	+	++	--	+-
Qualità con rigatino	--	--	++	--	+
Addensamento del colore	++	++	++	+-	++
Pigmento in massa	++	+-	-	+	+

Tab. 2. Risultati relativi alle prove con Arbocel.

Polyfilla	Acqua	Tylose	Klucel	Funori	Aquazol	Primal
Qualità dell'impasto	++	+-	+-	++	++	+
No bolle	+	--	--	+-	+	++
Facilità di stesura	++	-	+-	++	++	+
Velocità di asciugatura	+-	+	+-	+-	+-	+-
Mantenimento del volume	+	+	+	+	+	+
Colore dello stucco	+	+-	+-	+-	+-	-
Superficie lisciable	+	++	-	+-	+-	+
Durezza	+-	--	-	+-	+	++
Compattezza	+	--	-	+-	+	+
Resistenza al bisturi	+	+	+-	+	+-	++
Resistenza alla spatola lanceolata	-	+	+-	+-	+	++
Resistenza alla pressione	+-	-	+-	+-	+-	+
Resistenza all'impatto	-	-	+-	+-	+-	+-
Stendibilità del colore	++	+-	+	++	+	++
Assorbimento d'acqua	+-	-	-	+	+-	++
Qualità con campitura	+	+-	--	++	--	++
Qualità con rigatino	++	--	-	+-	+	++
Addensamento del colore	++	-	--	++	--	++
Pigmento in massa	+	-	--	+-	++	-

Tab. 3. Risultati relativi alle prove con Polyfilla.

apporta allo stucco ottime proprietà meccaniche; la superficie, bianca e opaca, appare particolarmente liscia e ulteriormente lisciabile. Le prove di colore non sono però buone su questa superficie: il pennello non scorre rendendo impossibile una stesura efficace del colore sia a campitura unica sia con la tecnica del rigatino.

L'amalgama con il Klucel presenta caratteristiche simili al Tylose, con il vantaggio di una minor variazione in volume, ma la massa asciutta rimane morbida, con il derivante calo dei rendimenti nei test di resistenza meccanica. Le prove di colore risultano appena migliori rispetto a quelle sul Tylose, ma il rendimento è comunque da considerarsi non sufficiente rispetto al risultato che si ricerca.

L'uso del Funori conferisce alla pasta caratteristiche simili a quelle ottenute con il Tylose: proprietà meccaniche eccellenti, variazione di volume considerevole, superficie liscia. Nonostante l'impasto acquisti una tonalità bianco panna, le prove di colore sono complessivamente molto buone e notevolmente migliori rispetto a Tylose e Klucel: il colore risulta liquido, morbido e si stende agevolmente sulla superficie; le campiture rimangono ben distribuite, omogenee e uniformi.

Il pigmento in massa, in generale, indurisce maggiormente tutti gli impasti; addirittura, in particolare nel caso della Polyfilla, nella miscela con il Primal la superficie appare inaridita fino a crettere. Negli impasti con Klucel e Funori il pigmento fa fatica a sciogliersi nella massa, Tylose (con Arbolcel) e Aquazol danno invece buoni risultati (tabb. 2 e 3).

Tra le miscele con la Polyfilla (tab. 3), l'impasto con sola acqua si distingue per la superficie liscia e priva di bolle, una buona resistenza meccanica e una stesura ottimale del colore, compreso il rigatino. La pasta è particolarmente magra, la sua fragilità accentuata.

Il Tylose genera una pasta omogenea ma appiccicosa e ricca di bolle. Nonostante la buona resa meccanica, è il più debole tra i materiali testati. La superficie consente una stesura efficace nelle campiture, ma il rigatino risulta inefficace e i colori si addensano durante l'asciugatura. Il pigmento in massa non si amalgama in modo ottimale e indurisce notevolmente l'impasto.

La miscela con il Klucel presenta caratteristiche simili a quella con il Tylose, con una stesura leggermente migliore e una resa meccanica superiore. Tuttavia, la presenza di bolle permane e il rigatino, seppur più efficace rispetto al Tylose, rimane insoddisfacente. L'uso del pigmento in massa crea una distribuzione del colore disomogenea, visibile in superficie.

L'impasto con il Funori risulta omogeneo, ben stendibile e visivamente gradevole, con una presenza di bolle irrilevante. Le prove meccaniche forniscono risultati comparabili tra i materiali, a eccezione del Tylose, che mostra prestazioni lievemente inferiori. Questa pasta si distingue positivamente per l'efficacia dei test di ritocco a campitura, che dà ottimi risultati. L'uso del pigmento in massa evidenzia la presenza di qualche piccolo residuo non completamente sciolto.

L'Aquazol offre un impasto omogeneo, privo di bolle, e un assorbimento ridotto del ritocco pittorico; durante l'asciugatura, però, il colore si addensa significativamente in superficie. Il rigatino invece dà risultati molto buoni. La pasta durante la lisciatura acquisisce una finitura lucida, soprattutto quella con il pigmento in massa.

Il Primal si distingue per un impasto omogeneo e ben stendibile, senza formazione di bolle. È il più duro tra i materiali e permette una stesura uniforme del colore sia nelle campiture sia nel rigatino, senza addensamenti. L'aggiunta di pigmento in massa rende la pasta eccessivamente rigida, fino a causare cretture sui bordi e sulla superficie. La superficie si lucida come la precedente. In generale, l'utilizzo del pigmento in massa introduce diverse complicazioni operative, legate alla difficoltà di miscelare uniformemente la polvere e ottenere un risultato omogeneo. Per questo motivo, si procederà alla cromatizzazione successiva per raccordarsi meglio alle porzioni originali circostanti.

Le prove condotte con la polpa di cellulosa evidenziano limiti significativi in alcune formulazioni. Sono state escluse le miscele con Primal e Aquazol a causa della scarsa qualità dell'impasto e delle difficoltà di stesura. Il Klucel, pur offrendo una buona lavorabilità, si dimostra troppo morbido per garantire adeguate proprietà meccaniche. Il Tylose conferisce invece una buona resistenza, ma presenta criticità durante le operazioni di ritocco pittorico non essendo piana la superficie.

Tra i materiali valutati, il Funori emerge come un'alternativa promettente, grazie alle sue ottime proprietà meccaniche e alla capacità di favorire una buona stesura del colore.

In miscela con la Polyfilla sono stati esclusi acqua, Tylose, Klucel e Aquazol per problematiche legate a fragilità strutturale, formazione di bolle e/o gestione del colore. L'uso del Tylose con pigmento in massa, pur mostrando buone potenzialità, è penalizzato dalla presenza di bolle. Il Funori si conferma anche con la Polyfilla come una soluzione da considerare, offrendo risultati complessivamente soddisfacenti e versatili per diverse esigenze operative.

Anche il Primal si distingue per la qualità della superficie ottenuta, pur mostrando una tendenza alla lucidatura durante la lisciatura, che può rappresentare un limite in alcune applicazioni.

La capacità del Funori di gelificare a basse concentrazioni lo rende molto versatile, proprio come l'agar-agar. È stato tradizionalmente usato in Oriente come adesivo per manufatti cartacei e tessili (Lalli et al., 2016; Harrold & Wyszomirska-Noga, 2017), ma nell'ultimo decennio ha trovato applicazione anche nel restauro di opere d'arte pittoriche. Inoltre, viene utilizzato come additivo in materiali come intonaci e cementi (Dei et al., 2023). Il Funori è oltretutto conterraneo di alcuni dei manufatti che era necessario integrare ed è un materiale tradizionalmente utilizzato per scopi simili con successo. Essendo un materiale organico natura-

le, atossico, la cui estrazione avviene in sola acqua, risulta sostenibile per l'ambiente e sicuro per l'operatore. Nonostante la sua composizione polisaccaridica (Izumi, 1971; Ha et al., 2021), è nota la sua peculiare resistenza al biodeterioramento, tanto che alcuni studi rivelano come addirittura crei un'opposizione attiva agli attacchi microbiologici. Una volta asciutto, crea film trasparenti, con proprietà di adesività, resistenza e flessibilità allo stesso tempo; inoltre dimostra un'alta stabilità all'invecchiamento, in particolare non altera le cromie, sebbene abbia la tendenza a opacizzare con il tempo. Essendo solubile in acqua, si può contemplare la possibilità di rimozione senza l'utilizzo di solventi organici. Inoltre, il Funori ha pH neutro, eventualmente di poco tendente all'alcalino (7,45), ottimo per il nostro scopo.

Per tutti i motivi sopracitati e per gli ottimi risultati ottenuti durante le prove effettuate, si è scelto di integrare i manufatti laccati utilizzando un impasto composto da Funori e polpa di cellulosa. Nonostante la preparazione della soluzione di Funori sia particolarmente laboriosa e lunga, le valutazioni hanno portato a scegliere comunque questo prodotto. Anzitutto è stato fatto aderire un foglio di carta giapponese con Funori alla superficie della lacuna, sopra la quale è stata applicata la miscela di Funori all'1,6% e Arbocel avendo cura di lisciarla, ancora morbida, con l'aiuto di un foglio asciutto di carta giapponese. Una volta asciutta, la stuccatura è stata livellata e ulteriormente lisciata con la parte convessa di una spatola metallica lanceolata. La cromia dell'originale circostante è stata poi riprodotta con ritocco ad acquerelli.

L'esito è ottimo, l'adesione dei materiali sulla lacuna molto efficace, la superficie è liscia, gradevole alla vista e il risultato cromatico, sebbene in sottotono, crea continuità visiva con l'originale.

RINGRAZIAMENTI

Intervento di restauro realizzato nel 2022/2023 dalla ditta Salvioli Nicola, con la partecipazione di Veronica Collina, Clementina Dal Pian (supporto chimico), Paola Dalla Torre, Laudomia Del Bono, Saskia Giulietti, Giorgio Pettiti, Nicola Salvioli, Elisa Zonta

(per i tessuti), mentre la documentazione fotografica è stata curata internamente al laboratorio e da Ottaviano Caruso. Si ringraziano Nicola Carrara (UniPD) e Marta Boscolo Marchi (Museo d'Arte Orientale di Venezia - MAOV) per l'appassionata e competente Direzione Lavori.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1985. *Urushi. Urushi Study Group*. The Getty Conservation Institute, Tokyo.

BOSCOLO MARCHI M., 2021. *Matter and Image. Studies and Conservation at the Museum of Oriental Art in Venice*. Quaderni della Direzione regionale Musei Veneto, volume 5. Direzione regionale Musei Veneto, Venezia.

DEI L., ANDRINA E., CIALLI O., SALVINI A., PIZZO B., CARRETTI E., 2023. A new smart material constituted of Funori and Ca(OH)₂ nanocrystals: Implications in cultural heritage conservation. *Materials Letters*, 333: 133558.

DE VITA C., 1983. *Armi bianche dal Medioevo all'Età moderna*. Centro Di, Firenze.

HAN T., HA C.H., HAYAKAWA N., CHUJO R., KAWAHARA S., 2021. Relationship between structure and some physico-chemical properties of funori from red seaweed *Gloiopeltis*. *Journal of Cultural Heritage*, 51: 14-20.

HARROLD J., WYSZOMIRSKA-NOGA Z., 2017. *Funori: The use of a traditional Japanese adhesive in the preservation and conservation treatment of Western objects*. In: *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation*. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8-10 April 2015. The Institute of Conservation, London, pp. 69-79.

IZUMI K., 1971. Chemical heterogeneity of anhydrogalactose-containing polysaccharides from *Gloiopeltis furcata*. *Agricultural and Biological Chemistry*, 35: 653-657.

LALLI C., KRON MORELLI P., BROGI A., BAUDONE F., TOSINI I., 2016. *Funori, adesivo naturale per pitture murali e materiali cartacei*. Linea Grafica Editrice, Chieti.

STONE G.C., 1999. *A glossary of the construction, decoration and use of arms and armor in all countries and in all times*. Dover Publications, New York.