V Congresso Nazionale IGIIC

Lo Stato dell'Arte 5

- Volume degli Atti -

Cremona, Palazzo Cittanova – Palazzo Trecchi
11-13 Ottobre 2007

Prefazione

A cura di **Achille Bonazzi**.
Dipartimento Scienze della Terra, Università degli Studi di Parma
Docente di "Mineralogia applicata" e "Petrografia applicata" alla Classe XLI.
Delegato Diocesano di Cremona e Regionale della Lombardia per i BCE.

Quest'anno il V Convegno Nazionale sullo "Stato dell'Arte" dell'IGIIC approda a Cremona, una piccola città collocata nel sud-est della regione Lombardia. La motivazione della scelta è duplice: dopo Torino, Genova, Palermo e Siena, città notoriamente eccellenti per la ricchezze artistiche, si è voluto scegliere una città poco conosciuta, ma che racchiude nel suo centro storico testimonianze significative per qualità e quantità di opere d'arte. È la dimostrazione, se ce ne fosse bisogno, che il nostro paese è caratterizzato da una musealità diffusa, perché ogni aggregato urbano conserva le vestigia del proprio ricco passato, un passato significativo non solo economicamente, ma soprattutto culturalmente. La seconda motivazione si fonda su particolari anniversari che in questo tempo sono stati celebrati a Cremona: lo scorso anno l' 8° centenario di fondazione del Palazzo Comunale, quest'anno il 9° centenario di fondazione della Cattedrale che, come recita la pietra di fondazione, venne iniziata il 26 agosto 1107. Nella magnifica piazza maggiore, che i cremonesi chiamano indifferentemente "piazza del Duomo" o "piazza del Comune", si affacciano questi due monumenti, segno della dimensione laica e religiosa, che nel tempo hanno gestito concordemente la città. Infatti lo stemma della Cattedrale è lo stesso del Comune, espressione di una concordia d'intenti che hanno portato questa città, fino al '700, ad essere, dopo Milano, la città più importante della Lombardia per ricchezza economica e culturale.
Cremona in Italia e all'estero è nota soprattutto per essere la città della musica: i violini degli Amati, degli Stradivari, custoditi sia in Palazzo comunale che nel Museo Civico, ne sono diventati il simbolo, accanto alla torre campanaria in muratura più alta d'Europa, il Torrazzo, che svetta con i suoi 114 m e più a fianco della Cattedrale. Proprio in questa città, per scelta politica, sta sorgendo il centro regionale – ma con valenza nazionale – del restauro degli strumenti musicali, anche perché Cremona e provincia vantano una tradizione organaria invidiabile. Dunque il Convegno Nazionale sulle problematiche del restauro viene a svolgersi in una realtà attenta alle tematiche della conservazione, dibattute, anche in un recente passato a proposito della Cattedrale, in modo aspro e provocatorio. Ne sono stati protagonisti non solo i restauratori, ma soprattutto gli storici dell'arte e i diagnostici. L'auspicio è che il prossimo convegno possa diventare un momento nel quale non soltanto si recepiscono le novità in questo settore, ma che possa essere l'occasione di un confronto propositivo nel rispetto delle singole competenze. Mi pare – ma posso sbagliarmi – che quello che manca, nel necessario potenziamento disciplinare di base, sia il momento di sintesi. Noi diagnostici abbiamo familiarità con strumenti preziosi, soprattutto il microscopio, nelle sue strutture diversificate: ottico, mineralogico, polarizzato, SEM, TEM. Ma forse, quello che manca di più, è uno strumento che va nella direzione opposta: non nell'infinitamente piccolo, ma nell'infinitamente grande: lo potremmo chiamare, con un termine che un biologo francese, il De Rosnay, ha posto come titolo ad un suo libro degli anni '70, "Il MACROSCOPIO". In questa prospettiva il prossimo Convegno rappresenta una tappa importante, perché la cultura per essere tale deve essere in costante evoluzione, deve saper approfondire e prospettare soluzioni innovative nella certezza che tutti siamo invitati ad operare col criterio della correttezza. In questo contesto desidero spezzare una lancia a tutti gli operatori: non cadiamo nel rischio di operare nel settore della conservazione e del restauro col criterio delle mode o della formazione culturale ereditata. E' necessario aprirsi non solo al confronto, ma conferire fondatezza alle scelte metodologiche che stanno alla base degli interventi. Detto con parole più chiare: non definiamo i criteri di intervento senza conoscere le caratteristiche dei materiali sui quali si va ad operare. Nel progetto d'intervento, una certa percentuale economica va assegnata alle indagini, il più possibile conservative, che devono essere alla base del progetto.

Infine una proposta, alla quale il prof. Giorgio Bonsanti ha già dato il proprio assenso, essendo stato dieci anni fa, quand'era Soprintendente all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, responsabile scientifico degli interventi di restauro sul ciclo cinquecentesco della Cattedrale: di vivere a Cremona, nella prossima primavera, una giornata di studio per presentare approfonditamente i criteri di restauro utilizzati in Cattedrale, Torrazzo e Battistero. Gli ultimi dieci anni hanno rappresentato per la nostra città una primavera di riscoperta dei monumenti più significativi. La stessa primavera dovrebbe essere – è il mio auspicio – il clima col quale ci apprestiamo a vivere il V Convegno nazionale sullo "Stato dell'Arte".

Programma

GIOVEDÌ 11 OTTOBRE

08.30 / 09.00	**APERTURA SEGRETERIA ED ACCOGLIENZA**
09.00 / 09.30	**Apertura Lavori**
	Benvenuto delle associazioni organizzatrici: IGIIC – Lorenzo Appolonia
	Benvenuto della location ospitante: Palazzo Cittanova – Don Achille Bonazzi
	Benvenuto + Ricordo di **Lorenzo Ferroni**
09.30/ 10.00	**Intervento ospiti**
10.00 / 13.00	**SESSIONE 1 – ESEMPI DI PROGETTAZIONE** **Chairman: Achille BONAZZI – Carla BERTORELLO**
10.00 / 10.20	**L'orologio Astronomico della Gran Torre di Cremona un bozzetto dipinto su carta ed i cartoni preparatori dell'affresco** Francesca Telli, Curzio Merlo, Mario Lazzari, Cinzia Aprà, Gaia Petrella, Veronica Zoppi, Alessandro Maianti
10.20 / 10.40	**L'analisi stratigrafica degli elevati: una proposta di protocollo analitico** Lorenzo Appolonia, Anna Piccirillo, Dario Vaudan, Simonetta Migliorini, Danilo Cavallini, Annie Glary.
10.40 / 11.00	**Santa Maria in Gradi a Viterbo: la reversibilità nella metodologia di intervento ricostruttivo delle architetture interne di Nicola Salvi (1730/1)** Rosa Cipollone, Alessandro Danesi
11.00 / 11.15	**COFFEE BREAK**
11.20 / 11.40	**Il controllo delle condizioni espositive e di trasporto dell'icona San Nicola e scene agiografiche appartenente al museo bizantino della fondazione arcivescovo Makarios di Nicosia** Elisabetta Giani
11.40 / 12.00	**Polimatericità di un cartelame settecentesco e del suo restauro conservativo strutturale** Franco Buggero, Roberto Bonomi, Giovanna Scicolone, Giovanni Testa
12.00 / 12.20	**Interviste e interrelazioni con gli artisti ai fini della definizione di standard conservativi** Maria Pugliese, Barbara Ferriani, Antonio Rava
	SESSIONE 2 – PROBLEMATICHE D'INTERVENTO **Chairman: Lorenzo APPOLONIA**
12.20 / 12.40	**Un cambiaso nei "minimi termini"** Roberta Bianchi, Enrica Carbotta, Tiziana Sandri
12.40 / 13.00	**Indagini ottiche non invasive per la valutazione dell'efficacia dell'intervento di pulitura della statua marmorea di S.Michele Arcangelo di Palazzo Abatellis (Palermo)** Fernanda Prestileo, Giovanni Bruno, Lorella Pellegrino, Maria Francesca Alberghino, Salvatore Schiavone
13.00 / 14.00	**LUNCH**
14.00 / 15.00	**SESSIONE POSTER***
15.00 / 15.20	**Ricostruzione, analisi e restauro di un altare a battenti di Marcello Fogolino nel goriziano (XVI sec.)** Teresa Perusini, Nora Krause

15.20 / 15.40	**Restauro dell'arte contemporanea ambientale: il caso della "Finestra sul mare" di Tano Festa** Antonio Rava
15.40 / 16.00	**Il problema della conservazione e del restauro di opere d'arte basate sui nuovi media** Ivan Grossi
16.20 / 16.40	**L'intervento di restauro della Madonna scrigno di Antagnod (Ayas-Valle d'Aosta)** Viviana Vallet, Barbara Rinetti, Gianfranco Zidda, Anna Piccirillo
16.40 / 17.00	**COFFEE BREAK**
17.00 / 17.20	**Protocolli chimico-fisici per la valutazione del deterioramento ambientale di pergamene antiche** Elena Badea, Admir Masic, Lucretia Miu, Cecilia Laurora, Anna Braghieri, Virgil E. Marinescu, Salvatore Coluccia, Giuseppe Della Gatta
17.20 / 17.40	**Restauri quasi impossibili. Il recupero funzionale e estetico di quattro archetti per violino** Giovanni Lucchi, Paolo Mariani
17.40 / 18.00	**Pittura ad olio dell'Ottocento. Giacomo Trécourt: un intervento alternativo** Antonio Zaccaria
18.00	**SESSIONE POSTER***

VENERDÌ 12 OTTOBRE

08.30 / 11,30	**SESSIONE 2 – PROBLEMATICHE D' INTERVENTO (Continuazione)** **Chairman: Antonio RAVA – Paolo MARIANI**
08.30 / 08.50	**Intervento sperimentale per la valutazione dell'impatto ambientale di tecniche di pulitura delle superfici lapidee** Guido Driussi
08.50 / 09.10	**Il restauro dell'Altare di S. Michele della Cattedrale di Cremona** Achille Bonazzi
09.10 / 09.30	**Palazzo Nobile di villa Torlonia a Roma:** **problematiche di restauro e "ripristino" degli arredi metallici** M. Demmelbauer
09.30 / 09.50	**Restauro di dipinti su tela foderati a colla pasta: problemi e metodologie di intervento** Jole Marcuccio, Claudio Marziali, Stefano Marziali
9.50 / 10.10	**Palazzo Reale di Torino: i tessili d'arredo. Dalla manutenzione al restauro** Cinzia Oliva
10.10 / 10.30	**OSPITE: JEAN PHILIPPE ECHÀRD**
10.30 / 10.50	**COFFEE BREAK**
10.50 / 13.00	**SESSIONE 3 – RICERCHE E STUDI APPLICATI** **Chairman: Guido DRIUSSI**
10.50 / 11.10	**Le murature del Baglio e del Palazzo Filangeri Cutò di Villafrati (PA): studio chimico petrografico delle malte** Giovanni Rizzo, Laura Ercoli, Fabio D'Agostino
11.10 / 11.30	**Contributo della pirolisi analitica on-line con gascromatografia/spettrometria di massa (py-gc-ms) per la caratterizzazione delle vernici liutarie** Giuseppe Chiavari, Roberto Regazzi, Simona Montalbani
11.30 / 11.50	**Studio di consolidanti nanometrici per il consolidamento della pellicola pittorica dei dipinti murali.** Eliana Costa, L. Dei, M.C. Gaetani, A. Giovagnoli, M. Iole
11.50 / 12.10	**Esplorazione della tomba della Mercareccia (Tarquinia) per un'analisi descrittiva dei microorganismi colonizzatori e selezione di ceppi di interesse biotecnologico per la conservazione ed il restauro** Anna Rosa Sprocati, Chiara Alisi, Flavia Tasso, Elisabetta Vedovato, Nicoletta Barbabietola
12.10 / 12.30	**Metodologie integrate non distruttive per la predisposizione di linee guida finalizzate allo studio della tecnica esecutiva e dello stato di conservazione dei manufatti lapidei** Carlo Lugnani, Monica Favaro, Carlo Biliotti, Sara Bianchin
13.00 / 14.00	**LUNCH**
14.00 / 15.00	**SESSIONE POSTER***
15.00 / 18.00	**SESSIONE 3 – RICERCHE E STUDI APPLICATI (Continuazione)**
	MATTEINI CHAIRMAN
15.00 / 15.20	**Verifica della rimovibilità di vernici sintetiche e naturali** Paola Mariotti, Mirella Baldan, Leonardo Borgioli
15.20 / 16.00	**Equilibrio materiali/ambiente la camera climatica del laboratorio di restauro della provincia di Viterbo** Giorgio Capriotti, Linda Bernini, Antonio Iaccarino Idelson, Carlo Serino

16.00 / 16.20	**Le sagome di Santa Croce a Urbino: una tipologia di arte religiosa marchigiana. Dalla conoscenza al confronto** Maria Letizia Amadori, S. Barcelli, C. Caldi, C. Capretti, B. Nazzari, A. Vastano
16.20 / 16.40	**Il Portale Dell'incoronazione nel Duomo di Udine e Il problema dei nuovi trattamenti del materiale lapideo** Paolo Casadio, Monica Favaro, Luisa Fogar, Daniela Pinna, Simone Porcinai, Patrizia Tomasin, Caterina Olivieri, Pietro Vigato
16.40 / 17.00	**COFFEE BREAK**
17.00 / 17.20	**Ricerche e studi applicati al ripristino della leggibilità di un paravento con decorazioni "Alla Cinese"** Desirée Snider
17.20 / 17.40	**Domus Aurea: osservazione delle superfici per il controllo del microclima e misura delle variazioni** Cinzia Conti, Laura Santarelli
17.40 / 18.00	**Il microscopio elettronico a scansione a pressione variabile per la diagnostica di alterazioni fungine su beni culturali** Mariasanta Montanari, Flavia Pinzari
18.00 / 19.00	**ASSEMBLEA GENERALE IGIIC / ELEZIONI NUOVO COMITATO DIRETTIVO**

SABATO 13 OTTOBRE

08.30 / 12.00	**SESSIONE 3 – RICERCHE E STUDI APPLICATI (Continuazione)**
	Chairman: Carla DI FRANCESCO
08.30 / 08.50	**Foxing biologico:diagnostica multidisciplinare** Mirca Zotti, Alice Ferroni, Paolo Calvini
08.50 / 09.10	**Il ruolo degli inchiostri metallo-gallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei** David Chelazzi, Rodorico Giorgi, Piero Baglioni
09.10 / 09.30	**Intervenire sull'inchiostro metallo-gallico. La sperimentazione del fitato di calcio** Emanuela Spera
09.30 / 09.50	**I tesori nascosti di Palazzo Pitti restauro di un dipinto cinese su carta delle collezioni lorenesi** Elisabetta Polidori
09.50 / 10.10	**Il contributo della microscopia elettronica nella valutazione delle modificazioni superficiali indotte mediante trattamenti con nanocalce su litotipi di interesse storico-artistico** Valeria Daniele, Giuliana Taglieri, Raimondo Quaresima
10.10 / 10.30	**COFFEE BREAK**
10.30 / 10.50	**Indagini non distruttive sui materiali e le tecniche esecutive del breviario di Ercole d'Este** Pietro Baraldi, Paolo Bensi, Paola Di Pietro, Milena Ricci
10.50 / 11.10	**Misure microgeofisiche sulla statua del S. Michele Arcangelo (Scuola Gaginiana, XVI sec.)** P. Capizzi, P.L. Cosentino, G. Fiandaca, R. Martorana, P. Messina, I. Razo Amoroz
11.10 / 11.30	**Indagini preliminari su cartone cinquecentesco(?) raffigurante Cristo deposto dalla croce** Achille Bonazzi, Mario Lazzari, Curzio Merlo
11.30 / 11.50	**Marmo di Vezza D'Oglio: una metodologia d'indagine applicata all'identificazione di un marmo utilizzato in Lombardia, in epoca romana, per la realizzazione della statua eroica ritrovata a Cividate Camuno** Silvia Gambardella, Domenico Poggi
11.50 / 13.00	**SESSIONE 4 – CONSERVAZIONE PREVENTIVA**
	Chairman: RosaliaVAROLI PIAZZA, Pietro PETRAROIA
11.50 / 12.10	**L'intervento per la conservazione della piroga monossile del lago di Bolsena** Ingrid Reindell, Laura Santarelli, Gianfranco Tei
12.10 / 12.30	**Il silenzio della manutenzione. Conservazione preventiva e monitoraggio al Sacro Monte di Varallo** Elena De Filippis
12.30 / 12.50	**Conservazione preventiva del patrimonio fotografico: metodologie di indagine e scheda diagnostica informatizzata** Donatella Matè, Giovanna Pasquariello, Maria Carla Sclocchi, Raffaella Soluri
12.50 / 13.00	**CHIUSURA LAVORI – RINGRAZIAMENTI E SALUTI**

*** SESSIONE POSTER**

ALTARE DEL CROCIFISSO DI STELLATA PO (FERRARA) - XV SECOLO
Raffaele Diegoli

MINIMO INTERVENTO SU UN PICCOLO DIPINTO AD OLIO SU TELA DELLA GALLERIA NAZIONALE D'ARTE ANTICA DI TRIESTE
Morena D'Aronco

IL RESTAURO E IL MANTENIMENTO DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO. STUDI E SVILUPPI DI TENSIONAMENTO DI DIPINTI SU TELA. ALCUNI ESEMPI DI LAVORI ESEGUITI SU OPERE DI SCUOLA CREMONESE
Davide Parazzi

IL RIPRISTINO TESSILE DEI DIVANI "JUVARRIANI" DEL MUSEO D'ARTE ANTICA E PALAZZO MADAMA DI TORINO
Anna Maria Colombo

TRACCE DI CULTURA DEVOZIONALE SPAGNOLA NELLA PALERMO DEL '600: STUDIO E RESTAURO
Mauro Sebastianelli, Maria Letizia Amadori, Sara Barcelli, Mara Camaiti, Antonella Maccotta, Franco Palla, Antonio Tognazzi

LA TERMOGRAFIA APPLICATA ALLA SALVAGUARDIA DI STRUTTURE ARCHITETTONICHE A CARATTERE RELIGIOSO DELLA PROVINCIA DELL'AQUILA
Domenica Paoletti, Dario Ambrosini, Stefano Sfarra

IL RESTAURO COME MEZZO PER CONOSCERE UN’OPERA D’ARTE
Laura Saettone

VALUTAZIONE DELLA DURABILITÀ DI MALTE E CONGLOMERATI D’ALLETTAMENTO DI EDIFICI STORICI
Helga Corpora, Claudia Fiocchetti, Paola Meloni, Raimondo Quaresima

GLI APPARATI DECORATIVI A MARMORINO IN PALAZZO CAISELLI A UDINE:TECNICA ESECUTIVA E INTERVENTO DI RESTAURO
Pietro Ruschi, Sabino Giovannoni, Stefania Luppichini, Sara Penoni, Cristiana Todaro

PALAZZO DARIO BIANDRÀ A MILANO DAGLI STUDI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO
Carla Bartolazzi, Luisa Giacomelli, Maurizio Gomez Serito

IL BUSTO RELIQUIARIO DI PALAZZO DARIO BIANDRÀ A MILANO
Davide Formica

BASILICA DI SAN PETRONIO IN BOLOGNA (ITALIA): UN CASO DI STUDIO DI PITTURE MURALI DEL 1525
Elisa Campani, Antonella Casoli, Maria Elena Darecchio, Francesca Paccagnella, Paolo Zannini

EFFETTI DELLA TEMPERATURA E DEI SOLVENTI SU VERNICI SINTETICHE E NATURALI
Lucia Dori, Leonardo Borgioli, Daniele Piacenti

L'INTEVENTO DI RILIEVO E DI RIPRODUZIONE COME STRUMENTO DI CONOSCENZA PER IL PROGETTO DI RESTAURO E NUOVA ESPOSIZIONE DEL FREGIO DEL "TEMPIO A" DI PRINIAS (GRECIA-CRETA)
Salvatore Rizza, Giuseppe Venturini

SAN GIROLAMO TRA I SANTI PIETRO E PAOLO, UNA GRANDE PALA DI PIAZZA DA LODI
Isabella Villfranca Soissons, Gianluca Poldi, Simone Caglio, Domenico Sedini

IL MARTIRE GENNARO E L’IMPERATRICE ELENA. LE STATUE RESTAURATE DELLA FACCIATA DELLA BASILICA DI SANTA CROCE
Maria Paola Campeglia

LE SPECIE LEGNOSE DELLA SALA MARTORANA DI PALAZZO COMITINI A PALERMO
Bartolomeo Megna, Maria Parlapiano, Giovanni Rizzo

UN CASO SINGOLARE DI TRASPOSIZIONE DEL COLORE DI UN DIPINTO SU TAVOLA TRECENTESCO. IL RESTAURO DELLA MADONNA DEL'USCETTO DELLA CATTEDRALE DI ALESSANDRIA
Anna Rosa Nicola, Nicola Pisano

IL CONTRIBUTO DELLE ANALISI IN MICROSCOPIA ELETTRONICA ALLA CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA E COMPOSIZIONALE DELLE MANIFATTURE IN MAIOLICA: UN CASO DI STUDIO IN SICILIA
Giuseppe Montana, Anna Maria Polito, Luciana Randazzo

LA CAPPELLA DI SCALEA: “LO STATO DELL’ARTE” DI UNA PREZIOSA TESTIMONIANZA BIZANTINA NELLA CALABRIA SETTENTRIONALE
Maria Letizia Amadori, Chiara Arcidiacono, Fabiano Ferrucci, Rosa Anna Filice

RIFLESSIONI SUL RESTAURO DEI RUDERI E RELATIVE PROBLEMATICHE OPERATIVE
Valeria Montanari

“… IN OGNI FIGURA VI SI SCORGE PROPRIO L’ANIMA” IL RESTAURO DEL GRANDE AFFRESCO “LA MOLTIPLICAZIONE DEI PANI” DI BERNARDINO GATTI, DETTO IL SOJARO, NEL REFETTORIO DI SAN PIETRO AL PO A CREMONA
Alberta Carena, Alberto Fontanini, Curzio Merlo

LA PALA DELL'ALTARE DI SAN NICOLA VESCOVO DELLA CATTEDRALE DI CREMONA. LA RICOSTRUZIONE DEL PERCORSO DI UN’ “ANCONA” TRA RICERCHE STORICHE E DOCUMENTI INEDITI
Gianni Toninelli, Michele Bernardi

IL TRASPORTO DELLE OPERE D’ARTE SENSIBILI
Franco Gugliermetti, Fabrizio Cumo, Stefania Sacripanti

CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DI POSITIVI FOTOGRAFICI DEL PERIODO 1890-1910: DEGRADO E CONSERVAZIONE
Barbara Cattaneo, David Chelazzi, Rodorico Giorgi, Tiziana Serena, Curzio Merlo, Piero Baglioni

LA CHIESA DELLA SANTISSIMA TRINITÀ DI ESINE (BS): CONOSCENZA E DIAGNOSTICA PER IL PROGETTO DI CONSERVAZIONE
Carlotta Coccoli, Massimo Valentini, Paola Villa

IL TRATTAMENTO DELLE LACUNE SULLE SUPERFICI DEI MONUMENTI: IL CASO DEL "BEN NOTO" CAMPANILE D'OSSUCCIO
Paola Villa, Simona Guerrini, Stefani Maioli, Roberto Segattini

INTERVENTI SU SANTA MARIA IN GRADI A VITERBO: LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE PER LA GESTIONE GEOREFEREZIATA DI CANTIERE ON –LINE (SICAR RW DI LIBEROLOGICO)
Rosa G. Cipollone

MATERIALI E METODI INNOVATIVI PER IL MONTAGGIO DI UN DIPINTO MURALE STRAPPATO SU NUOVO SUPPORTO
Anna Borzomati, Antonio Iaccarino Idelson

LA RICOSTRUZIONE DI UN AMBIENTE ANTICO: LE NUOVE VOLTE DELLA CHIESA HIEMALE DI FIUMICELLO (BRESCIA)
Valeria Ghezzi, Barbara Scala, Laura Sala

L’ UTILIZZO DELLA FOTOGRAFIA TRADIZIONALE E DIGITALE NELLA PRATICA DEL RESTAURO : METODOLOGIE DI INTERVENTO
Filippo Robino

ASSISI: FRAMMENTI DI CANTIERE. UN METODO DI RICERCA ED I SUOI ESITI
Silvia Borghini, Alessandro Danesi, Silvia Gambardella

GLI STUCCHI ALTOMEDIEVALI PROVENIENTI DALLA BASILICA DI SANTA MARIA MAGGIORE DI LOMELLO: INDAGINI E RESTAURO
Marina De Marchi, Paola Strada, Michela Palazzo, Antonio Sansonetti

CONSIDERAZIONI SULLA TECNICA ESECUTIVA DEL CROCIFISSO IN CARTAPESTA POLICROMA DI PIETRO TACCA DAL MONASTERO DI SANTA MARIA MADDALENA DE’ PAZZI DI CAREGGI A FIRENZE
Susanna Bracci, Muriel Vervat

INDAGINI IN FLUORESCENZA RX ED IN MICRO-RAMAN PORTATILI SUI CORALI XIII, XIV E XVIII DI CREMONA
Achille Bonazzi, Pietro Baraldi, Curzio Merlo, Francesca Campana

MARTINO CIGNAROLI. GLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA IN S. AMBROGIO

Sabrina Camilla Mazzola, Fabio Frezzato, Alberto Cottino

ALLESTIMENTO DI UNA COLLEZIONE LICHENO-PETROGRAFICA PRESSO L'ERBARIO CRITTOGRAMICO DI TORINO (TO) PER LO STUDIO DEL BIODETERIORAMENTO DI ROCCE E MATERIALI LAPIDEI
Claudia Gazzano, Sergio Bavero Longo, Enrica Matteucci, Rosanna Piervittori, Daniele Castelli

INDAGINI PRELIMINARI RELATIVE AL RESTAURO DELLE ARCHITETTURE DEL GIARDINO DELLA VILLA MEDICI DEL VASCELLO A SAN GIOVANNI IN CROCE (CR)
Paola Bassani, Roberto Bonomi, Susanna Bortolotto, Maria Cristina Palo

DIAGNOSTICA PER LA RESTITUZIONE DEL DIPINTO SU TELA “SACRA FAMIGLIA CON SAN GIROLAMO E OFFERENTE” ANTONIO CAMPI, CREMONA 1546
Achille Bonazzi, Mario Lazzari, Luciana Manara, Curzio Merlo, Enrico Perni

IL PROGETTO DI RESTAURO DEGLI APPARATI DECORATIVI DELLA VILLA ROMANA DEL CASALE A PIAZZA ARMERINA -MOSAICI, OPUS SECTILE, DIPINTI MURALI ED ELEMENTI SCULTOREI-
Sabino Giovannoni, Mauro Matteini, Lorella Pellegrino, Giancarlo Raddi Delle Ruote, Antonio Rava.

SESSIONE I

PROGETTAZIONE

L'OROLOGIO ASTRONOMICO DELLA GRAN TORRE DI CREMONA UN BOZZETTO DIPINTO SU CARTA ED I CARTONI PREPARATORI DELL'AFFRESCO

Francesca Telli*, Mario Lazzari*, , Curzio Merlo*, Cinzia Aprà, Gaia Petrella***, Veronica Zoppi****, Alessandro Maianti*****

*CFP Cremona, via Cesari, 5/7 26100 Cremona - 0372 403411 *lab.chimica@cfpcremona.it*
**Restauratrice Via Vittorio Emanuele, 105, 12048 Sommariva del Bosco (CN) - 335 6972459, *ci_ap@yahoo.it*
*** Restauratrice Via Spontini, 12, 20131 Milano - 347 1336580, *gaiapetrella@yahoo.it*
**** Restauratrice, Via A. Volta, 6, 26823 Castiglione d'Adda (LO) - 348 3132310, *veronika77@tiscali.it*
***** Moderatore dell'orologio del Torrazzo - Astrofilo, via D. Trentacoste, 6 CR, *maianti.alessandro@libero.it*

Abstract

Il bozzetto del quadrante di uno dei più importanti orologi astronomici d'Europa, quello della Gran Torre di Cremona, conservato ed esposto in controfacciata del transetto nord della Cattedrale (1671, scala 1:10 rispetto al quadrante originale) e due cartoni preparatori che servirono per l'esecuzione degli affreschi (1585 e 1787, diametro circa 9 metri) sono stati presi in considerazione per un progetto di restauro e conservazione. Lo studio approfondito dell'opera, dal punto di vista storico - artistico e dal punto di vista diagnostico (osservazione microscopica, riflettografia IR, IR falso colore, lumininescenza UV e fluorescenza raggi X) costituiscono la base per la definizione di adeguate metodologie di intervento.

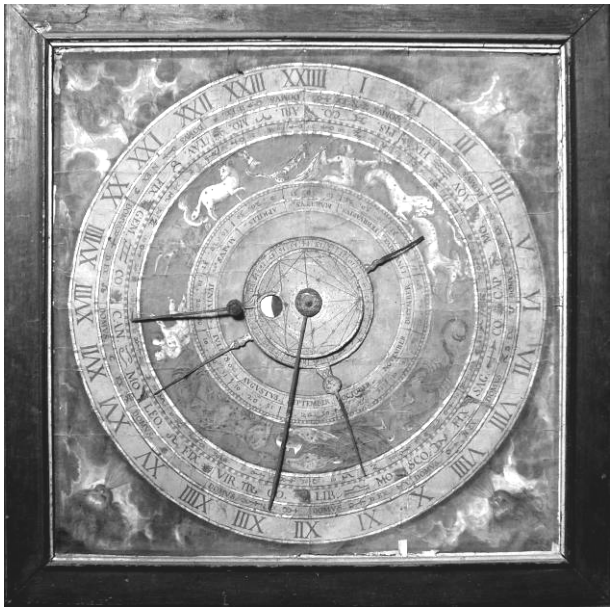
Introduzione

"……*descrizione delle utilità che si possono conseguire per gli effetti et operazioni di questa macchina che il volgo chiama HOROLOGIO***" [1]**.
L'Orologio posizionato sulla Gran Torre di Cremona, uno dei più importanti orologi astronomici d'Europa, venne realizzato negli anni 1583-1588 da Francesco e Giovanni Battista Divizioli (padre e figlio) nel periodo della riforma gregoriana del calendario. L'interesse per l'interpretazione dei movimenti astrali ed il controllo del tempo riguardano le classi potenti ed i sapienti ma anche il popolo il quale ripone molta fiducia nelle indicazioni dettate dagli astri. Questo Orologio, era di gran lunga più complesso di altri suoi simili, per la quantità dei responsi forniti, la ricchezza dei simboli astronomici e astrologici, ben visibili grazie alla vasta superficie del quadrante - planisfero, che raggiungendo quasi i sessanta metri quadri lo poneva tra i più grandi al mondo, rendendolo maestoso e superbo, affascinante ed unico **[2]**. La notizia più antica che parla della presenza sul Torrazzo di Cremona è un documento dei Prefetti della Fabbriceria che fa riferimento ad un orologio di non più di 4 metri di diametro, installato sulla Gran Torre, nel 1471, realizzato da Antonio Trezzano e dipinto da Paolo Spazzola. Negli anni antecedenti la Riforma del calendario vennero commissionati i lavori di progettazione dell'ambizioso orologio di più grandi dimensioni. Successivamente i Divizioli crearono il congegno e disegnarono anche il quadrante artistico che venne inciso e dipinto dal pittore Giovan Battista Dordoni, d'origine castelleonese e da Martino Pesenti. Con il passare del tempo le intemperie corrosero l'affresco e vennero eseguiti diversi restauri; il primo nel 1623 quando si ripassarono le tracce rimaste, il secondo nel 1671 quando Giovan Battista Natali prima di porvi mano ne predispose un bozzetto. Fu nel 1787 che, viste le pessime condizioni dell'affresco, si decise di affidarne il totale rifacimento a Giacomo Guerrini **[3]**. L'orologio fu predisposto seguendo sia l'ordine dell'Imperial Regio Governo Austriaco che prevedeva una numerazione da I a XII sugli orologi da torre, sia attenendosi al clima illuminista dell'epoca, contrario ad ogni forma di superstizione, che portò all'eliminazione dei riferimenti astrologici del planisfero. Il disegno del Guerrini, riportato su cartone venne riprodotto sulla facciata della Torre. Il quadrante fu poi ridisegnato nel 1909 da un insegnante del Regio Istituto "Ala Ponzone", il Prof. Giuseppe de Col che con l'aiuto del pittore Carlo Vittori lo ridisegnò ripristinando la numerazione da I a XXIV. La storia di questo affresco si conclude con un ulteriore rifacimento risalente al 1970, stadio attualmente visibile, dipinto ed eseguito dal pittore Mario Busini **[4]**. La Cattedrale di Cremona conserva attualmente tre opere di notevole importanza per la storia dell'Orologio e del Torrazzo, queste sono: un bozzetto dipinto su carta che riproduce in scala 1:10 l'orologio ed il quadrante originali e i frammenti di due cartoni preparatori che servirono uno per la realizzazione del primo affresco cinquecentesco e l'altro per quello settecentesco. Tali opere, testimonianze uniche dell'originale, sono ora oggetto di studio e ricerca ai fini di un progetto di recupero e di conservazione.

Il bozzetto dipinto su carta

Il bozzetto dipinto, conservato ed esposto nella controfacciata del transetto nord della cattedrale, di fianco all'altare dedicato a S. Nicola è un modello dell'orologio astronomico posizionato sulla Torre che domina la

Piazza Grande di Cremona. L'opera in questione è la riproduzione in scala 1:10 del quadrante originale, che rappresenta la volta celeste con le costellazioni zodiacali attraversate dell'incessante moto apparente del Sole e della Luna. Si presume che il modello in questione sia stato realizzato da Giovanni Battista Natali, chiamato nel 1671 a ridipingere totalmente l'affresco dell'orologio sulla facciata del Torrazzo; il Natali ne effettuò la totale ridipintura ispirandosi all'originale disegno cinquecentesco del quadrante dei Divizioli **[5]** ormai completamente degradato dalle intemperie. Alcune variazioni sono visibili: scompare rispetto all'originale la corona delle previsioni meteorologiche, sotto la corona delle ore, in corrispondenza dei numeri romani sono posti quadri neri e tolte le linee che attraversavano la numerazione, lievi sono le variazioni nei caratteri e nelle figure zodiacali. Il tempo indicato in questi quadranti era quello del sistema italico allora vigente, il cui conteggio iniziava dal tramonto del sole e le ore si contavano per intero in ventiquattro.



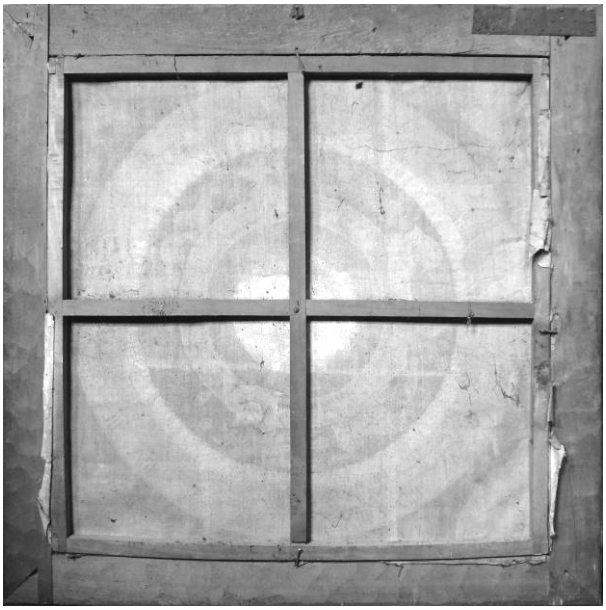


Figure 1 e 2: da sinistra fronte del bozzetto dipinto su carta e la tela sul verso.

Il Quadrante è composto da dieci corone (undici in quello del Divizioli), da tre dischi mobili e da cinque indici. Partendo dalla parte più esterna rappresentano le:

1. ORE: suddivisa in 24 numeri romani, partendo dal tramonto del sole l'ora indicata è quella media o equinoziale.
2. CASE DEI PIANETI: sono dodici spazi che portano i simboli dei pianeti alle loro "case" od esaltazioni.
3. CASE ZODIACALI: dodici spazi con l'abbreviazione del segno, il simbolo, i caratteri e le loro nature secondo i quattro elementi.
4. GRADAZIONE DI 360: per indicare le percorrenze dei corpi celesti nelle case zodiacali.
5. INFLUENZE PLANETARIE: 36 spazi decadici, con indicato il pianeta che domina in quello spazio temporale.
6. FIGURE ZODIACALI: le 12 figure con evidenziate le stelle di prima, seconda e terza grandezza, secondo lo stile di Ipparco.
7. MISURA DEI GIORNI: in gruppi di due, per tutti i mesi dell'anno con ulteriore suddivisione decadica.
8. SUDDIVISIONE DECADICA: giorni che costituiscono la decade, la terza con la variazione di fine mese.
9. SUDDIVISIONE MENSILE: i nomi dei dodici mesi dell'anno sono in latino.
10. GIORNI DI LUNAZIONE: posti sul disco mobile del SOLE che compie il giro in un anno.

Disco mobile della LUNA: compie il giro in un mese, al suo interno l'occhio della fase lunare e le indicazioni delle configurazioni di opposizione, trigono, quadratura e sestile per determinazione delle influenze

Disco centrale della TERRA: di concezione tolemaica o delle apparenze, l'indice percorre tutta la numerazione romana delle 24 ore del giorno.

Indice della LUNA: mostra in quale grado della casa zodiacale l'astro si trova e tra quali stelle del cielo compie il suo cammino.

Indice del SOLE: mostra in quale grado della casa zodiacale l'astro si trova e tra quali stelle del cielo esso cammina, lo stesso indice mostra il mese e il suo giorno

Indice doppio del DRAGO: mostra le posizioni dei nodi celesti per la determinazione delle eclissi che avvengono quando le aste (Sole, Terra e Luna) si sovrappongono.

Il modello di forma quadrata misura 1110 x 1115 mm ed è composto da numerosi materiali; il dipinto a tempera venne realizzato su di una carta sottile vergata costituita da più fogli assemblati. Partendo dall'esterno negli angoli si trova l'allegoria dei quattro venti, seguono via via restringendosi in cerchi concentrici le dieci corone divise tra loro da strisce di carta dorata a foglia. Nella sesta corona, quella dedicata ai segni zodiacali, questi sono dipinti su di un fondo verde e particolareggiati da lumeggiature e sfumature di colore, sono infine decorati con piccole stelle che rappresentano le costellazioni. La parte centrale è costituita da un insieme di indici e dischi metallici anch'essi dipinti che, sovrapponendosi, mostrano il reale funzionamento dell'orologio originale. Il dipinto su carta infine venne foderato con una tela molto fitta di lino e montato lungo i bordi su di un telaio a croce in legno, la parte metallica venne fissata, attraverso un perno mobile, nel punto in cui le due traverse del telaio si incrociano; l'opera è infine collocata in una cornice dipinta di nero a guisa di un dipinto su tela.

Indagini diagnostiche

Al fine di determinare l'effettivo stato di conservazione, la tecnica d'esecuzione e i materiali impiegati il modello è stato sottoposto ad un'accurata campagna diagnostica. Le indagini realizzate sul dipinto si sono sviluppate a partire dalla determinazione del pH delle superfici della carta, all'osservazione microscopica di significativi particolari, dalle indagini in fluorescenza a raggi X, luminescenza UV, alla riflettografia all'infrarosso e riprese all'infrarosso in falsi colori.

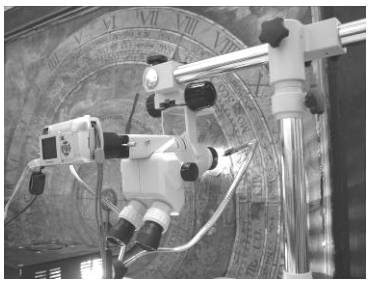






Figure 3, 4 e 5: da sinistra documentazione allo stereomicroscopio, determinazione del pH ed indagine XRF.

Il pH della superficie della carta non dipinta, misurato in vari punti sui margini, si mantiene attorno alla neutralità, ad indicare che il supporto cartaceo è stato verosimilmente trattato prima della dipintura al fine di garantirne la conservazione nel tempo. Una preparazione è stata stesa sulla superficie del supporto cartaceo così da rendere la carta idonea a ricevere il colore. Dalle analisi XRF risulta, infatti, che al di sotto di tutte le superfici dipinte indagate, comprese le figure, vi è presenza di rame. Si può supporre che le zone da colorare siano state preparate con la stesura di una base azzurra, tant'è che in alcuni punti, dove la pellicola pittorica risulta decoesa, si intravede, al di sotto del verde, questa tenue colorazione. La presenza di rame ed il caratteristico colore azzurro permettono di ipotizzare l'impiego di azzurrite.
Lo schema geometrico a cerchi concentrici che costituisce l'ossatura della composizione è stato tracciato con l'ausilio di un compasso o di una corda, con fulcro di rotazione in corrispondenza del punto di ancoraggio del sistema degli indici. I cerchi risultano descritti con inchiostro ferro gallico, come dai risultati dell'analisi XRF e dalla restituzione in rosso anzichè in nero nelle riprese in falsi colori. Al di sotto delle linee ad inchiostro, la riflettografia IR non ha rilevato traccia di matita, a conferma della realizzazione diretta tramite penna. Gli altri elementi dello schema, quali le linee radiali che suddividono i cerchi in settori, le scritte, i simboli e le figure, sono invece stati realizzati prima a matita, come ci mostrano chiaramente le riflettografie e, solo in un secondo tempo, ripassati con inchiostro ferro gallico. Lo schema è stato inoltre realizzato prima dei segni zodiacali in quanto le linee a matita che demarcano i settori continuano al di sotto delle figure.





Figure 6 e 7: riflettografie IR a sinistra le corone esterne, a destra il segno zodiacale del leone

A tale proposito, queste ultime presentano un articolato e dettagliato disegno preparatorio tracciato con grafite direttamente sul supporto, come evidenziato dalle riflettografie IR; questo disegno è stato poi ripassato a penna con inchiostro ferro gallico, come si evince dalle riprese IR in falsi colori. Le raffigurazioni dei Venti nei quattro angoli al di fuori del quadrante circolare, al contrario dei segni zodiacali, non presentano disegno preparatorio né a matita né a penna, come documentato dalle riprese IR sia in bianco e nero che in falsi colori.





Figure 8 e 9: riflettografie IR a sinistra del vento, a destra dell'ariete.

I pigmenti utilizzati, caratterizzati con Fluorescenza a raggi X, sono biacca per i bianchi (evidente anche la vivace luminescenza UV), cinabro per le superfici rosse, biacca e terre rosse (e/o ematite) per le ombreggiature, verde a base di rame (probabilmente malachite) per i verdi. A proposito di questi, il fondo della fascia contenente i segni zodiacali presenta un'antica ridipintura in occasione della quale sono state riprese le stelle che descrivono le costellazioni sul Sagittario e sul Capricorno. Evidentemente erano cadute, come si può ora notare in corrispondenza dei Gemelli. Il materiale originale utilizzato per queste stelline, dalla marcata granulometria, è caratterizzato da un'elevata concentrazione di rame unito a zinco, annegati in una sostanza traslucida pigmentata di rosso che ha formato un'evidente crettatura. Questa sostanza, caratterizzata da una spiccata luminescenza aranciata, è probabilmente gommalacca o una resina analoga stesa sulla stella sia per evidenziarla, sia per proteggerla da fenomeni di ossidazione dei metalli costitutivi. Infine va rilevata la presenza in sette delle cornici che separano le corone istoriate, della foglia d'oro stesa su bolo rosso. La tavolozza dei pigmenti utilizzata dal pittore, ad eccezione del cinabro, rispecchia quella comunemente impiegata nella tecnica a fresco: evidentemente il modello doveva riprodurre il più fedelmente possibile l'orologio che sarebbe stato dipinto sul Torrazzo.

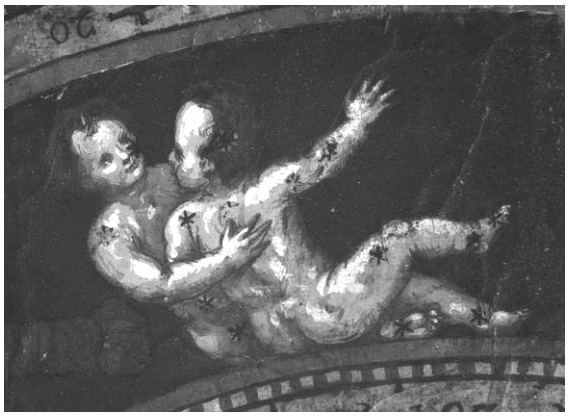



Figure 10 e 11: a sinistra luminescenza UV dei gemelli, a destra riflettografia IR.

Le parti metalliche che formano il gruppo centrale degli indici e dei dischi sono costituite da ferro ricoperto con stagno. Quest'ultimo è presente sotto forma di sottile strato al fine di evitare la formazione di ruggine con conseguente distacco del film pittorico.

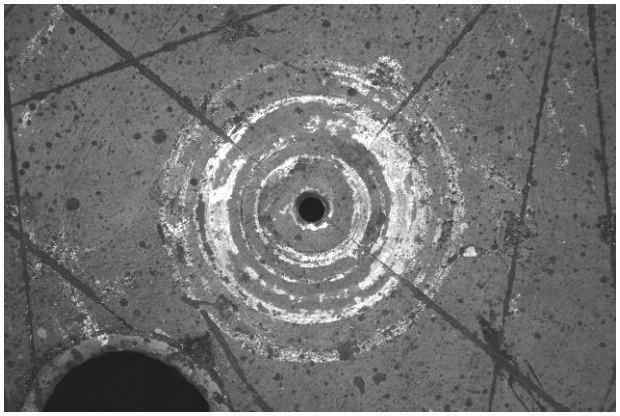
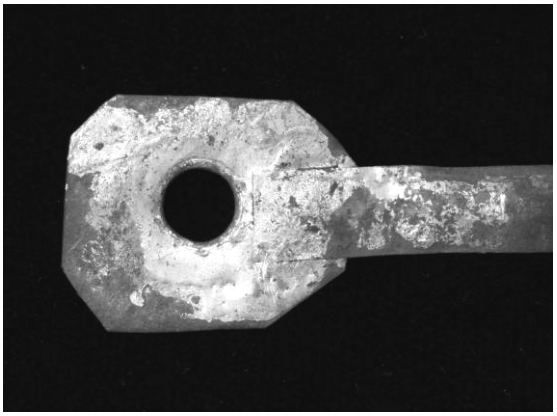



Figure 12 e 13: particolari della lamina di stagno a sinistra sul disco, a destra sull'indice

Stato di conservazione

L'opera, che era esposta sulla controfacciata nel transetto nord della Cattedrale a circa 4 metri di altezza, si presenta in discreto stato di conservazione. I problemi maggiori sono dovuti ad un inadeguato incollaggio della carta sulla tela che ha creato, di conseguenza, la formazione di pieghe molto vistose; queste ultime, aggettanti rispetto al supporto cartaceo, presentano abrasioni della pellicola pittorica. Varie lacune e numerosi strappi interessano gran parte dell'opera soprattutto nelle zone perimetrali che riportano una cornice dipinta con inchiostro ferro gallico che ha corroso la carta. In prossimità del segno zodiacale della vergine si trova una lacuna probabilmente causata da un urto; tale lacuna, che interessa sia la carta che la tela, è stata oggetto di un restauro eseguito con un rattoppo in tela sul verso. La superficie si presenta ricoperta di polvere e di depositi di vario genere; la tela, allentata rispetto al telaio, rende l'opera instabile e a rischio di sfondamenti. La parte centrale è molto fragile essendo gli indici costituiti da una lamina metallica molto sottile ed in parte ossidata, il colore con cui sono stati dipinti presenta dei sollevamenti dovuti anche al processo di ossidazione in atto. Il telaio ligneo e la cornice sono in buono stato di conservazione, nonostante qualche foro causato da insetti xilofagi.

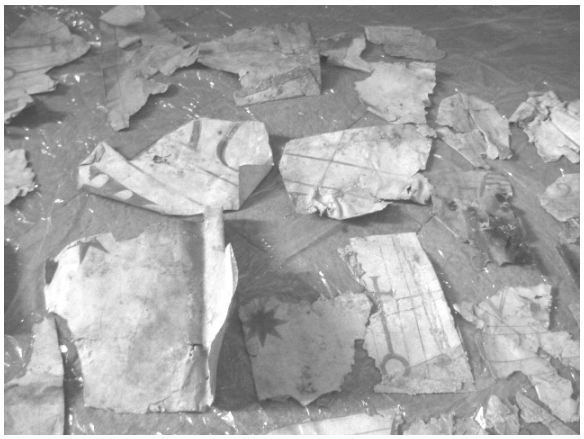



Figure 14 e 15: a sinistra integrazione di lacuna sul verso, a destra lacuna della carta sul recto.

Interessante è il fatto che il modello era stato appeso erroneamente ruotato in senso antiorario di 90°. Il progetto di intervento dovrà tenere in considerazione la complessità del manufatto composto da più materiali che presentano caratteristiche e comportamenti diversi fra loro. Gli interventi che verranno eseguiti, nell'assoluto rispetto dell'opera, dovranno tener presente la complessità materica e l'originario montaggio su tela e su telaio. Gli interventi comprenderanno: una pulitura a secco del recto e del verso molto puntuale, il risarcimento di strappi e lacune, il trattamento consolidante degli elementi metallici, l'inserimento tra l'opera incollata su tela ed il telaio di un supporto conservativo che stabilizzi la superficie dal punto di vista chimico - fisico.
Il restauro del modello verrà eseguito presso i laboratori del Centro di Formazione Professionale della Provincia di Cremona **[6]**.

I cartoni preparatori dell'affresco

Delle diverse fasi di gestazione dei numerosi affreschi che si avvicendarono a fare da sfondo all'orologio cremonese, non rimane testimonianza alcuna, se non numerosi frammenti appartenenti ai due cartoni tracciati l'uno alla fine del '500 e l'altro alla fine del '700. Durante la ricerca si è resa evidente la scarsità delle testimonianze storico artistiche legate a questi due manufatti anche perché il cartone preparatorio era esclusivamente lo strumento con cui veniva riportata la sagoma del disegno sul muro, terminata la sua funzione, veniva eliminata come carta straccia venendo meno così la sua conservazione.



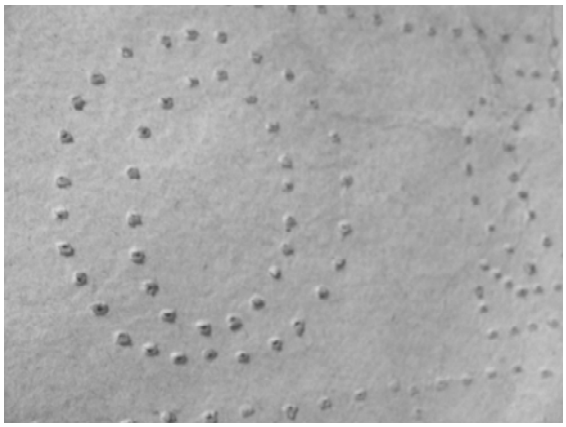


Figure 16 e 17: da sinistra frammenti dei due cartoni, a destra particolare della foratura per lo spolvero.

Dopo una attenta analisi dei frammenti ritrovati si ritiene che tra questi si possano celare gli antichi cartoni del 1585 e del 1787. Entrambi i manufatti sono di forma circolare e raggiungono un diametro massimo di circa 9 metri, dimensioni corrispondenti all'affresco del quadrante dell'orologio. Entrambi i cartoni rappresentano un quadrante zodiacale con simboli, congiunzioni astrali, numeri, nomi dei mesi e dei segni zodiacali, ed infine le rappresentazioni dei pianeti. Il supporto di queste due opere di grande formato è un cartoncino di elevato spessore di colore grigio costituito da fogli di dimensioni e formati diversi, tagliati nettamente in corrispondenza delle linee delle giornate da disegnare e poi dipingere ed assemblati fra loro mediante sovrapposizione. I numeri e le lettere sono stati prima tracciati a lapis ed in seguito realizzati presumibilmente con tempere ed inchiostri di colore rosso e nero. Il tracciato dei segni zodiacali è ad inchiostro, a sanguigna sono alcune linee che separano le ghiere, mentre l'intero disegno è stato ripassato completamente con la tecnica della foratura per lo spolvero **[7]**.
Lo stato di conservazione attuale di queste opere è pessimo, a causa di una loro conservazione in ambienti non idonei. Condizioni di umidità eccessiva hanno infatti favorito lo sviluppo di colonie di microrganismi che hanno reso la carta porosa per depolimerizzazione e debole al tatto; hanno, altresì, agevolato l'insorgere di numerose gore e macchie dovute sia al danno biologico che a successivi interventi di restauro. Sul supporto cartaceo sono inoltre osservabili perforazioni di sezione circolare, abrasioni e assottigliamenti della carta provocati da insetti quali anobidi e lepismatidi. Sulla superficie cartacea infine, sono presenti massicci depositi di guano, polvere e calcinacci che hanno in parte compromesso la leggibilità delle opere. Entrambe le opere, infine, mostrano diffuse lacune, strappi e piegature nette.





Figure 18 e 19: a sinistra incollaggio su pannello, a destra vecchio restauro con carta da lucido.

Ai danni biologici, meccanici ed antropici vanno, dunque, ad aggiungersi vecchi interventi di restauro, realizzati presumibilmente durante la seconda metà del novecento. Alcune zone sono state foderate con strisce di carta moderna non idonea alla conservazione, altre appaiono velate con carta da lucido ed in corrispondenza degli strappi sono state applicate delle strisce di nastro adesivo. Un altro intervento novecentesco è visibile nella catalogazione di alcuni frammenti con numeri e lettere a lapis rosso e nel montaggio di una parte del cartone su legno truciolato per poterlo esporre. Ad aggravare la situazione va aggiungendosi la grande frammentarietà delle opere, disperse probabilmente con il tempo. Del cartone cinquecentesco sono stati identificati 22 frammenti, mentre di quello settecentesco 28 (altri frammenti sono difficilmente collocabili ed in corso d'opera si procederà al loro riconoscimento).





Figure 20 e 21: da sinistra frammento di cartone del XVI secolo, frammento di cartone del XVIII secolo

La necessità di rendere fruibili due manufatti di così grandi dimensioni ha portato alla progettazione di diverse tipologie di montaggio ed esposizione **[8]**. Si sono dovute anche considerare problematiche inerenti la frammentarietà delle opere, la loro ricostruzione, le loro dimensioni una volta montate e lo spazio occorrente per la loro conservazione ed esposizione permanente. Altrettanto importante si è rivelato il calcolo del peso specifico dei singoli frammenti e quello complessivo dell'opera montata; tale massa ha reso necessario lo studio di un sistema di sostegno idoneo e un'ardua ricerca di materiali, come ad esempio pannelli di supporto adatti a grandi formati **[9]**.
Una prima ipotesi ha previsto un montaggio dei singoli frammenti distinti tra le due epoche, su cartoni da conservazione di elevato spessore, con un sistema di finti bordi in carta giapponese, sistema che non restituisce, però, la visione dell'insieme. Pannelli esplicativi con schemi grafici agevolerebbero il fruitore dei disegni a comprendere meglio come in origine si doveva presentare l'insieme dell'opera. Ancor più monumentale risulterebbe invece un montaggio che contempla la ricomposizione complessiva dei frammenti, ricongiungendoli dove possibile restituendo così una globalità d'insieme. Come supporto si è considerato un montaggio su telaio ligneo componibile sul quale far aderire dei pannelli in cartone da conservazione foderati in carta idonea alla conservazione, sopra la quale montare i frammenti nella loro posizione originaria. Per quanto concerne il completamento grafico delle parti mancanti dell'opera si è pensato di riportarle con una tecnica del tutto simile a quella dello spolvero o in alternativa con un plotter. Purtroppo le stanze destinate all'esposizione di queste opere non sono sufficientemente alte da permetterne una sistemazione in verticale. Si stanno quindi valutando altre possibilità di montaggio tenendo conto che, se si vuole privilegiare l'interezza delle opere, è necessario esporle dando alle strutture che le sostengono un'inclinazione tale da garantire, comunque, una facile fruizione. Diversamente ogni cartone potrebbe essere diviso in due semicerchi esposti in verticale e, con l'aiuto di pannelli esplicativi, agevolarne la lettura. Si è ritenuto opportuno individuare in corso d'opera la soluzione definitiva per il montaggio dei cartoni al fine di garantire le migliori condizioni di conservazione e la visibilità dei disegni nelle loro originarie e maestose dimensioni.

Conclusioni

Il restauro e la conservazione del disegno e dei cartoni sono finalizzati al recupero della "cultura del tempo". L'astrologia, da sempre insegnata nelle migliori università italiane e straniere, dalla seconda metà del '500 e nella prima metà del '600, si configura come scienza calcolatoria fondata su quadri cosmologici che miravano ad identificare posizioni e direzioni dei corpi celesti con sempre maggiore precisione: non più un sapere di tipo probabilistico, ma un preciso computo. Gli orologi astronomici si prestavano a questo: i loro quadranti

sintetizzavano astronomia, astrologia e molte altre scienze ed è grazie alla ricerca ed al confronto continuo che è stato possibile il progredire della conoscenza.

NOTE

[1] Citazione di Pietro Adamo De' Micheli da Gorla Alberto, Signorini Rodolfo , *L'orologio astronomico-astrologico di Mantova : le ore medie e solari, lo zodiaco, le fasi lunari, le ore dei pianeti, i caratteri umani, le attivita giornaliere e le previsioni astrali*, a cura di Rosa Manara Gorla, Bozzolo: Arti grafiche Chiribella, Mantova, 1992.
[2] Leani Achille, *L'orologio astronomico del Torrazzo di Cremona 1583-1983* a cura del Comitato per l'orologio astronomico del Torrazzo di Cremona., Turris, Cremona, 1992, pp1-2.
[3] Gualazzini Ugo, (presentazione di), "*Cremona nelle antiche stampe"*, Cremona fedelissima, Cremona, 1980, p. 142, scheda n°127. Rappresentazione dettagliata del planisfero del Torrazzo con accanto quella del vecchio planisfero. La stampa è firmata lungo il lato sinistro: "Carnicino Ravizza Delineò ed Incise" ed è tratta dal volume "*Descrizione ed uso del planisfero della Torre Maggiore di Cremona"*, stampato a Cremona nella "Stamperia Ferrari" nel 1788.
[4] Biffi Giovan Battista, "*Memorie per servire alla storia degli artisti cremonesi"*, a cura della Prof.ssa Bandera Gregori Luisa. Cremona, Libreria del Convegno, Cremona, 1989.
[5] Bartolomeo de' Soresina Vidoni, *La pittura cremonese*, Milano 1824.
[6] Corso di "*Restauro libri, stampe e documenti antichi*" Centro di Formazione Professionale della Provincia di Cremona: Barcellari Alberto, Michela Mazzelli, Erika Molteni, Jin Ferrari, Silvia Foschetti, Elena Bresciani, Rita Lombardi, Giulia Fusi, Elena Uslenghi, Nazzarena Manara, Lucia Medici.
[7] James Carlo *"Manuale per la conservazione e il restauro di disegni e stampe antichi"*, Trad. di Strocchi Maria Letizia, con la collaborazione di Boni Maurizio, Firenze, L. S. Olschki, 1991.
[8] Fairbass S., "*The problems of large works of art on paper"*, *The Paper Conservator*, volume 10, 1986.
[9] Bieller Borruso Christine e Rinesi Carmen Corak, *Trattamento dei grandi formati* in *Conservazione dei materiali Librari, Archivistici e Grafici*, Umberto Allemandi & C., Torino, 1999, voll. 2, pp. 331-336.

BIBLIOGRAFIA

1. Bieller Borruso Christine e Rinesi Carmen Corak, *Trattamento dei grandi formati* in *Conservazione dei materiali Librari, Archivistici e Grafici*, Umberto Allemandi & C., Torino, 1999, voll.2, pp.331-336.
2. Biffi Giovan Battista, "*Memorie per servire alla storia degli artisti cremonesi"*, a cura della Prof.ssa Bandera Gregori Luisa. Cremona, Libreria del Convegno, Cremona, 1989.
3. Fairbass S., "*The problems of large works of art on paper"*, *The Paper Conservator*, volume 10, 1986.
4. James Carlo, Corrigan Caroline, Enshaian Marie Christine, Greca Marie Rose *"Manuale per la conservazione e il restauro di disegni e stampe antichi"*, Trad. di Strocchi Maria Letizia, con la collaborazione di Boni Maurizio, L.S.Olschki, Firenze, 1991.
5.Gorla Alberto, Signorini Rodolfo, *L'orologio astronomico-astrologico di Mantova: le ore medie e solari, lo zodiaco, le fasi lunari, le ore dei pianeti, i caratteri umani, le attivita giornaliere e le previsioni astrali* , a cura di Rosa Manara Gorla, Bozzolo: Arti grafiche Chiribella, Mantova, 1992.
6.Gualazzini Ugo, (presentazione di), "*Cremona nelle antiche stampe*", Cremona fedelissima, Cremona, 1980.
7.Leani Achille, *L'orologio astronomico del Torrazzo di Cremona 1583-1983* a cura del Comitato per l'orologio astronomico del Torrazzo di Cremona. Turris, Cremona, 1992.
8. Regni M. e Tordella P. G. (a cura di), *Conservazione dei materiali Librari, Archivistici e Grafici*, Umberto Allemandi & C., Torino, 1999, voll. 2.
9. Bartolomeo de' Soresina Vidoni, *La pittura cremonese*, Milano 1824.
10. Amicino Ravizza, Incisione da *Descrizione ed uso del Planisfero della Torre maggiore di Cremona*, Cremona 1788.

L'ANALISI STRATIGRAFICA DEGLI ELEVATI: UNA PROPOSTA DI PROTOCOLLO ANALITICO

Lorenzo Appolonia[*], Simonetta Migliorini[*], Anna Piccirillo[*], Dario Vaudan[*], Danilo Cavallini[**], Annie Glarey[**]

[*] L.A.S.- R. V. d'A., Direzione ricerca e progetti cofinanziati, Dipartimento Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali Piazza Narbonne 3, 11100 Aosta, 0165-771700, anna.piccirillo@gmail.com
[**] Laureando in Scienze e Tecnologia per i beni culturali, presso l'Università degli Studi di Torino

Premessa

La pratica delle stratigrafie è da tempo applicata al settore del restauro. Tuttavia spesso nasce una ambiguità lessicale fra le stratigrafie di laboratorio, fatte su piccoli frammenti, e quelle effettuate dai restauratori direttamente sulle pareti per ritrovare le cromie originali. Al fine di evitare equivoci si propone di identificare, almeno in questo articolo, come stratigrafie dell'elevato architettonico, queste ultime.
Il presente studio è volto alla sperimentazione e alla messa a punto di un metodo operativo idoneo al recupero di informazione di interventi di stratigrafia dell'elevato architettonico (SEA), almeno nei casi di maggiore interesse storico artistico. In pratica si vuole proporre un protocollo di studio quale supporto scientifico nelle fasi preliminari della conoscenza e del progetto di recupero da aggiungersi all'apporto derivato dall'attività dei restauratori. Questo tipo di valutazione vuole avere lo scopo di affiancare alle loro percezioni sensoriali, spesso giustificate solo dall'esperienza pratica e manuale (peraltro fondamentale), un dato analitico fondato sull'oggettività di un'identificazione diagnostica e ripetibile, ai fini di una migliore conoscenza dell'opera e delle sue vicissitudini storiche. Il protocollo presentato vuole evitare la perdita di materiale in una fase fortemente distruttiva come quella delle SEA e dare maggiori apporti alla fase di progettazione del restauro.
La quantità di materiale che si rimuove in questi casi, come detto, è decisamente rilevante e può essere utilizzata per qualsiasi tipologia di indagine di laboratorio, anche se si considera che è generalmente prassi comune la sua eliminazione diretta durante la fase di esecuzione della SEA. A questa mancanza di possibilità di identificazione analitica fa seguito, sovente, una richiesta specifica che prevede generalmente un nuovo prelievo per una successiva analisi. La situazione di uno studio stratigrafico degli elevati deve quindi essere affrontata sin dall'origine con la programmazione del recupero del materiale che viene rimosso dal restauratore. Questo permette di avere grandi quantità di campione per l'analisi e di poter rispondere in modo completo a tutte le domande legate alla caratterizzazione dei vari strati, alla loro omogeneità senza dover richiedere ulteriori successive necessità di prelievo o asportazione di materiale dai tasselli già aperti.
L'attuale proposta è stata attuata in modo sperimentale nello studio degli ambienti del castello medievale di Aymavilles situato nell'omonimo paese della Valle d'Aosta e sulle superfici della Torre dei Balivi di Aosta. La metodologia ha riguardato sia gli interni sia gli esterni, cercando di operare per una migliore efficienza e al fine di valutare la potenzialità di un lavoro congiunto capace di meglio comprendere il reale apporto che può fornire il settore analitico nella caratterizzazione degli strati identificati dai restauratori e, inoltre, permette la verifica della qualità dell'intervento di selezione, spesso compromessa dalla difficoltà oggettiva di riconoscimento di alcuni strati di spessore sottile.
I materiali campionati sono stati analizzati in laboratorio con le tecniche classiche di analisi cercando di dare priorità a metodi di diagnosi a basso costo e di rapida esecuzione, questo per restare coerenti con le necessità economiche e le tempistiche dei cantieri di studio, seguendo le prassi che coinvolgono l'impiego di stratigrafie dell'elevato architettonico.
L'approccio attualmente applicato vuole mostrare come vi sia interesse a trovare strade nuove che permettano interazioni nei momenti di cantieri, a tutto vantaggio della conoscenza e delle economie di lavoro.

L'approccio analitico di supporto alla fase di identificazione stratigrafica dell'elevato architettonico

Primo esempio: Castello di Aymavilles - il salone centrale

Seguendo la fase operativa relativa all'apertura dei tasselli strarigrafici, eseguita nei punti stabiliti dal progetto di tutela realizzato dal Laboratorio di restauro dipinti[1], è stata predisposta in modo da esaudire il duplice scopo di mappare l'andamento dei vari strati nelle pareti e di raccogliere campioni per le analisi; parte del materiale grattato da ogni strato è stato, infatti, raccolto durante le fasi di allargamento dei tasselli, classificato e destinato alle attività di laboratorio. La classificazione è stata fatta in base al colore, alla profondità nella sequenza stratigrafica e al tassello in questione, oltre ad essere accompagnata da una dettagliata documentazione fotografica. Per esigenze di laboratorio i campioni sono poi stati siglati e numerati secondo un ordine progressivo, ma tenendo sempre in considerazione la dislocazione architettonica del punto di prelievo. Questa modalità di prelievo rende il materiale incoerente e già parzialmente polverizzato, e quindi adatto solo ad alcune tecniche analitiche come la spettrofotometria FTIR e i saggi analitici qualitativi. Al fine di approfondire l'esigenza di indagare, o di verificare in modo oggettivo e microscopico le varie fasi stratigrafiche, la sequenza

SEA è stata completata con il prelievo di una scheggia di materiale per la predisposizione di una sezione lucida (o stratigrafica) da microscopia.



Figura. 1 – esempio di presentazione del tassello 10 della stratigrafia dell'elevato architettonico del salone centrale – Parete est

La verifica microscopica delle sequenze di cromia è stata quindi ricavata mediante le sezioni stratigrafiche da osservate con l'ausilio di un microscopio ottico. Il prelievo, in questo caso, ha cercato di comprendere l'intera sequenza (dallo strato più recente al più antico). Nonostante questa tecnica sia poco invasiva essa è indicativa solo di una limitatissima porzione di superficie (il punto di prelievo), ma appare un buon compendio per verificare le ipotesi derivanti dall'osservazione dei tasselli precedentemente aperti e, come detto, spesso viene richiesta in una fase successiva, soprattutto quando vi sono dei dubbi da confermare. L'approccio attuale vuole proprio anticipare questa eventualità e mostrare come vi sia interesse a trovare strade nuove che permettano interazioni nei momenti contestuali al cantiere, a tutto vantaggio della conoscenza e delle economie di lavoro.
La gran quantità di analisi effettuate in questo studio di approfondimento richiederebbe una trattazione più vasta per essere veramente esaustiva, la quale non può essere affrontata in queste pagine, dove, quindi, porremo l'attenzione su un esempio focalizzato in una sola delle stanze analizzate, ovvero il salone centrale, figura 1.
Di seguito sono riportati alcuni esempi dei risultati ottenibili e, in particolare, la pianta ortogonale del salone con i punti di apertura dei vari tasselli e le foto delle pareti e della volta. La classificazione utilizzata per distinguere le varie stesure (ad esempio "Secondo strato: rosa") è quella proposta dai restauratori, al fine di evitare successivi fraintendimenti dovuti a terminologie non coordinate.

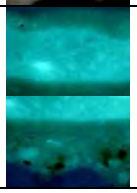
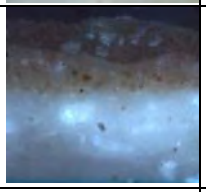
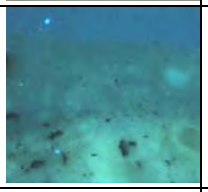
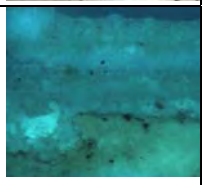
Tabella 1 - elenco dei campioni analizzati e punti di prelievo del salone

Campione	**Descrizione**
VF36	Sezione stratigrafica – Tassello 12
VF37	Sezione stratigrafica – Tassello 8
VF38	Sezione stratigrafica – Tassello 12
VF39	Sezione stratigrafica – Tassello 10
VF40	Primo strato grigio della zoccolatura antica – Tassello 14
VF41	Secondo strato grigio della zoccolatura meno antica – Tassello 14
VF42	Strato marrone – Tassello 12
VF43	Terzo strato grigio – Tassello 11
VF44	Primo strato marrone-grigio – Tassello 11
VF45	Quarto strato beige – Tassello 11
VF46	Secondo strato verde – Tassello 11
VF47	Secondo strato di decoro – Tassello 10
VF48	Primo strato di decoro – Tassello 10
VF49	Quarto strato beige – Tassello 10
VF50	Terzo strato azzurro-grigio – Tassello 10
VF51	Primo strato grigio del decoro antico – Tassello 8
VF52	Secondo strato rosa – Tassello 8
VF53	Stucco del cornicione – Tassello 10
VF54	Sezione stratigrafica del cornicione – Tassello 10
VF55	Sezione stratigrafica della volta – Tassello 11
VF56	Strato di preparazione – Tassello 14

Nella tabella 2, invece, sono descritte in modo dettagliato alcune sezioni stratigrafiche del salone. Facendo un confronto tra quanto riscontrabile dalle sezioni di laboratorio e quanto emerso dalle relazioni dei restauratori, si può notare che vi sono alcune differenze. La tecnica microscopica, infatti, permette di avere delle informazioni

più dettagliate sugli strati presenti, soprattutto quando sono sovrapposti tra loro strati dello stesso colore e della stessa composizione.
L'osservazione alla luce ultravioletta permette inoltre una migliore identificazione degli strati e l'individuazione di eventuali sostanze organiche usate come leganti, grazie alle differenze di fluorescenza tipiche dei vari composti presenti.
Il lavoro di analisi nel salone, ha confermato la presenza di due decorazioni sovrapposte, eseguite con tecniche miste che prevedevano l'utilizzo di leganti proteici (risultati ottenuti dal confronto degli spettri infrarossi e spot test qualitativi).
Lo strato più antico, comune a tutte le pareti e al soffitto, è formato da un intonaco raffinato preparato con polvere di marmo (marmorino).
Le sezioni stratigrafiche hanno in alcuni casi confermato le sequenze SEA ipotizzate dai restauratori e in altri hanno permesso di distinguere un numero differente e superiore di strati.

Tabella 2 - esempi di sezioni lucide ricavati dai frammenti contigui a stratigrafie dell'elevato a integrazione degli strati individuati nei campioni dei tasselli del salone

Foto della sezione in luce visibile 200X					
Foto della sezione in luce ultravioletta 200X					
	VF35 tassello 12 senza strato di pittura floreale	VF36 tassello 12 sullo spigolo della parete	VF37 tassello vicino alla porta di ingresso	VF54 tassello 10 cornicione salone	VF55 tassello 10 volta
h				Strato bianco 40 µm	
g				Strato grigio chiaro 62 µm	Strato bianco beige, circa 50 µm
f	Strato bianco, 35 µm			Strato grigio con inclusi neri 100 µm	Strato beige più intenso 10 µm
e	Strato grigio, 110 µm	Strato bianco 36 µm fluorescente all'UV		Strato azzurro 125µm	Strato bianco beige 20 µm
d	Strato bianco, 25 µm grana fine ed omogenea	Strato marrone scuro 21 µm fluorescente all'UV		Strato verde grigio più chiaro 150 µm	Strato grigio con inclusi di vario colore 50 µm
c	Strato marrone scuro, 45 µm abbastanza omogeneo	Strato grigio scuro con inclusi di vario genere 22 µm	Strato grigio 63 µm	Strato verde grigio scuro 100 µm	Strato grigio verde omogeneo circa 100 µm
b	Strato marrone chiaro, 52 µm, inclusi di varia misura e colore 25)	Strato grigio 30 µm omogeneo	Strato marrone chiaro 78 µm, inclusi giallo-arancioni	Strato grigio con inclusi neri 70 µm	Strato marroncino chiaro 130 µm
a	Strato preparazione bianco (marmorino)	Strato preparazione bianco (marmorino)	Strato omogeneo bianco (marmorino)	Strato preparazione bianco (marmorino)	Strato preparazione bianco (marmorino)

Con semplici e rapide analisi, dunque, è stato possibile verificare come il supporto scientifico, elaborato direttamente durante il lavoro dei restauratori, ha permesso una più esaustiva caratterizzazione delle superfici.

Secondo esempio: Torre dei Balivi

In questo caso la SEA presa in considerazione riguarda la ricerca archeologica delle pertinenze costruttive. In queste fasi la necessità di giungere alle malte interne per verificare la contiguità o l'appoggio della muratura permette di recuperare elevati quantitativi di malta sia da intonaci e, quando possibile, anche di allettamento. L'analisi delle malte è una problematica che ricopre un ruolo importante in archeologia e nello studio di elevati antichi[1]. Le informazioni ottenute possono, infatti, avere importanza sia da un punto di vista storico, indicando un determinato impiego di materiali tipici di quel periodo, sia tecnologico, permettendo la comparazione delle tecnologie di produzione. L'analisi, tuttavia, non può fermarsi solamente alla caratterizzazione della composizione del materiale, come spesso viene fatto, perché potrebbe non essere sufficiente a differenziare il periodo storico di utilizzo[2].
Uno studio completo delle malte dovrebbe comprendere quindi una caratterizzazione sia dal punto di vista chimico-petrografico e sia dal punto di vista della tecnologia di produzione, tenendo in considerazione che la scelta dei materiali è generalmente funzionale alla destinazione d'uso finale, così come le caratteristiche tecnologiche come la distribuzione della granulometria degli aggregati necessaria per ottenere delle malte con buona tenuta e compattezza.
La caratterizzazione delle malte può, quindi, presentare delle difficoltà e prima fra esse il prelievo di campioni significativi. La prassi congiunta di caratterizzazione delle pertinenze murarie attraverso una SEA archeologica permette spesso di sopperire a questo problema di quantitativi significativi di materiale.
Lo studio analitico delle malte provenienti dall'edificio dei Balivi si inserisce nell'indagine archeologica delle varie fasi che hanno contribuito alla definizione della Torre dei Balivi così come la vediamo oggi.
Nel seguire l'apertura dei tasselli, si è stabilito che il materiale rimosso fosse recuperato, in modo tale da avere a disposizione un discreto quantitativo di campione, il quale sarebbe andato altrimenti perso. In altri casi sono stati eseguiti i prelievi direttamente sui tasselli. Lo studio stratigrafico implica una separazione degli strati presenti sulle murature e quindi il campionamento è avvenuto in maniera significativamente selettiva, seppure macroscopica.
Per la fase di analisi sono state previste una serie di determinazioni con strumentazioni differenti. Una prima suddivisione è stata fatta mediante la spettrofotometria infrarossa che permette distinguere la presenza di sostanze di natura organica ed inorganica; i risultati sono stati integrati con l'analisi termica che permette una determinazione quantitativa della specie presenti e la determinazione gas volumetrica della percentuale della componente carbonatica. I prodotti di neoformazione e gli eventuali inquinanti sono stati identificati mediante la valutazione del contenuto di sali solubili, ottenuto con la cromatografia ionica. Sono stati, inoltre utilizzati saggi microanalitici per la determinazione della classe di appartenenza delle componenti organiche presenti.
Sono state inoltre previste le valutazioni della distribuzione granulometrica, ottenuta esaminando la separazione delle diverse frazioni di aggregato (normalmente varia in base alla destinazione d'uso della malta) o di legante, e della curva di assorbimento di vapore acqueo che permette di differenziare tra loro malte più o meno igroscopiche .
L'insieme di queste analisi permette di fare dei confronti e, di conseguenza, di meglio comprendere similitudini e differenze nei vari campioni.
Rispetto al caso del castello di Aymavilles la tipologia delle analisi necessarie per caratterizzare una malta richiede tempi più lunghi e deve quindi prevedere fasi di organizzazione del cantiere più articolate e specifiche.

Valutazione dei risultati

I risultati analitici provengono da tre fasi di prelievo effettuate in differenti momenti. La prima campagna comprende le malte del pian terreno, la seconda quelle del primo piano e alcuni campioni provenienti dal pian terreno scelti in seguito ad indagini più approfondite e la terza fase di campionamento é stata eseguita sui muri esterni. In totale sono stati raccolti 51 campioni, alcuni dei quali da parti decorate. Anche in questo caso le classificazioni sono quelle fatte dai restauratori in fase di studio e prelievo in modo tale da avere un chiaro riscontro senza problemi di differente terminologia. La sigla CF indica il *Corpo di Fabbrica*, mentre M seguito da un numero indica le malte dalla più antica alle più recenti. Le domande sorte durante l'indagine riguardano per lo più la possibilità di distinguere o assimilare tra di loro malte appartenenti a fasi differenti.
Anche in questo caso i risultati ottenuti richiederebbero una trattazione molto più vasta, per tale motivo si riporta l'esempio relativo ai campioni di una parte dell'edificio, la "STANZA DELLE DONNE", i muri interni della Torre e il corridoio ad essi limitrofo.
In figura 1, è riportata la pianta del piano superiore dell'edificio, dove si trova la stanza qui esaminata, e sono evidenziati i punti di prelievo dei campioni.

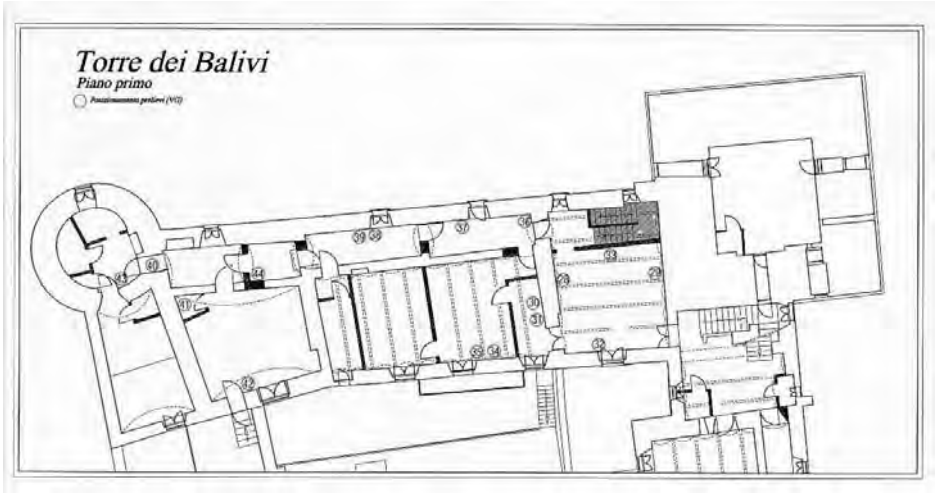


Figura 2. pianta del piano superiore dell'edificio dei Balivi con i punti di prelievo

Nella Tabella 3 sono elencati I campioni presi in esame in questa breve trattazione e i risultati ottenuti dalle analisi FTIR per un confronto tra le composizioni delle malte. I risultati sono espressi con una trattazione semiquantitativa delle aree dei picchi di assorbimento dello spettro infrarosso.

Tabella 3 - Elenco dei prelievi, confronto dei campioni in base ai risultati della analisi FTIR in pastiglia

Numero		**$CaCO_3$**	**$MgCO_3$**	**Gesso**	**Silicati**
VG39	C.F.3 Primo piano, corridoio lato nord. Intonaco alla destra dell'apertura	+++	-	-	+
VG40	C.F.3 Primo piano, corridoio muro ovest entrata torre	+++	-	-	+
VG41	CF3 Intonaco parete divisoria primo piano. Intonaco passa sotto le volte	+++	-	-	+
VG42	C.F.3 Primo piano muro perimetrale lato sud, l'intonaco passa sotto le volte (stanza delle donne)	+++	-	-	+
VG43	Primo piano interno della torre parete sud	+++	-	-	+
VG44	C.F.3 Primo piano corridoio apertura tamponata	+++	-	-	+

In tabella 4 sono invece riportati i risultati ottenuti dalla cromatografia ionica e indicano la quantità dei sali solubili presenti nelle malte. La presentazione dei valori di composti solubili in acqua è stata fatta con la trasformazione diretta delle quantità di ioni espresse in percentuale di microequivalenti (μeq) su peso del campione. In questo modo è stato possibile anche esprimere il dato corrispondente alla differenza tra anioni e cationi; questo valore esprime la quantità di ioni che non sono analizzabili con questa tecnica, come la frazione di ioni carbonato, dovuta alla dissoluzione dei carbonati di calcio e magnesio in acqua.

Tabella 4 -Composizione in composti solubili, espressa in milliequivalenti per peso percentuale, misurati con IC

Campione	**Na^+**	**NH_4^+**	**K^+**	**Mg^{2+}**	**Ca^{2+}**	**Σ cationi**	**Δ anioni-cationi**
VG39	0,32	0,26	0,66	2,70	30,68	34,63	-29,33
VG40	0,38	0,20	0,63	1,24	23,54	25,99	-24,26
VG41	0,47	0,30	0,64	1,51	22,19	25,10	-23,98
VG42	0,42	0,24	0,67	1,36	24,97	27,66	-26,79
VG43	0,40	0,14	0,78	2,86	20,43	24,61	-23,13
VG44	1,28	0,30	1,19	1,80	27,73	32,30	-25,23

Campione	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	$C_2O_4^{2-}$	Σ anioni
VG39	0,78	0,36	0,22	0,75	0,51	2,66	0,01	5,30
VG40	0,62	0,15	0,00	0,51	0,00	0,39	0,05	1,73
VG41	0,33	0,06	0,00	0,27	0,00	0,40	0,06	1,12
VG42	0,27	0,00	0,00	0,27	0,13	0,20	0,00	0,87
VG43	0,23	0,07	0,00	0,32	0,00	0,84	0,01	1,48
VG44	2,22	0,00	0,20	1,58	0,00	3,03	0,04	7,07

I risultati ottenuti con le varie tecniche analitiche utilizzate hanno necessitato di una rilevante fase di confronto, data anche la complessità del materiale in esame. Dall'incrocio delle analisi si è verificato che i campioni dal VG39 al VG44 (primo piano CF3) presentano simile composizione, malta a base di carbonato di calcio e aggregati silicatici. La curve granulometriche e termogravimetriche, non riportate qui per brevità, risultano anche esse simili, così come la quantità di sali solubili. L'incrocio di questi risultati mostra che queste malte, pur non appartenendo alla stessa stanza, ma allo stesso corpo di fabbrica, sono state messe in opera nello stesso momento o meglio con gli stessi materiali e la medesima tecnologia, così come si rileva per la tamponatura di un'apertura del corridoio.
Questo dato ha confermato la qualità della prassi analitica e la possibilità di far coincidere valutazioni archeologiche o stratigrafiche dell'elevato architettonico attraverso il supporto di una campagna analitica più consistente e adeguata.

Conclusioni

L'analisi definitiva dei risultati ottenuti mostra che il metodo di ricerca utilizzato si è rivelato molto utile, in quanto permette di dare una prima e immediata risposta alle problematiche che inevitabilmente sorgono nelle attività di progettazione di un intervento di ripristino delle coerenze architettoniche, o archeologiche, ottimizzando i tempi di confronto. Tra le tecniche utilizzate, l'FTIR, i saggi analitici e le sezioni stratigrafiche o lucide, si sono rivelati i più adeguati, per la velocità di esecuzione, la sufficiente accuratezza e i costi decisamente contenuti.
In definitiva, un approccio scientifico allo studio di un manufatto di interesse storico e artistico, non è da solo in grado di sostituire l'esperienza pratica e manuale di professionalità esperte, ma è può divenire un buon strumento di verifica per la redazione di un progetto di restauro più coerente.
La proposta ora va adeguata alle esigenze di cantiere in modo da armonizzare le attività congiunte e di individuare il migliore compromesso esecutivo. Si ritiene che la prassi della raccolta del materiale eliminato durante le fasi operative di una stratigrafia degli elevati architettonici sia da introdurre e codificare, anche se non si deve pensare di avere sempre la possibilità di una diagnostica globale e generale. Il quantitativo di materiale recuperabile, infatti, permette la massima capacità di risposta analitica anche per eventuali successivi controlli sulla qualità delle operazioni da svolgere nella fase di recupero. Un'ulteriore valutazione deve essere fatta sulla necessità di un campionamento per la predisposizione di stratigrafie da laboratorio, in quanto la presenza di campioni prelevati durante la fase di lavoro permette di evitare nuovi interventi e fornisce una maggiore coerenza nelle fasi di conoscenza.
L'operazione principale ora appare quella di far entrare nelle prassi operative questa nuova strategia di lavoro, sottolineando quanto l'apporto analitico non ha mai voluto essere alternativo bensì congiunto come è corretto che sia quando il centro dell'interesse generale è la buona qualità del risultato. La possibilità, infatti, di avere dati simili in fasi parallele del lavoro, soprattutto se prevede campionamenti svolti in contemporanea, permette una migliore valutazione e qualità del lavoro, senza nessuna perdita di tempo, ma a completo vantaggio dell'unico paziente silente: il monumento.

BIBLIOGRAFIA

1. Cristiano R., Dufour N., Longo Cantisano P., Vallet V.M., Il castello di Aymavilles: progetto di analisi stratigrafiche sugli intonaci decorati interni., Bollettino della Soprintendenza 2005, 2, ed. RAVdA, 2006, 253-254
2. Commisione NorMal, NorMal - 27/88 – Caratterizzazione di una malta, CNR-ICR, Roma 1990
3. Ellis P., The analysis of mortar: the past 20 years., Historic churches: the conservation and repair of ecclesiastical buildings no. 9 (2002), pp. 37-38

SANTA MARIA IN GRADI A VITERBO: LA REVERSIBILITÀ NELLA METODOLOGIA DI INTERVENTO RICOSTRUTTIVO DELLE ARCHITETTURE INTERNE DI NICOLA SALVI (1730/1)

Rosa Cipollone *, Alessandro Danesi **

*Architetto della Soprintendenza ai Beni Paesaggistici e Architettonici del Lazio, via Cavalletti n.2, 00186 Roma,
e-mail:cosirose2000@yahoo.it
** Restauratore della Dart s.n.c., via di Gesù e Maria n.13, 00187 Roma, tel. 06.6785969, e-mail: al.danesi@libero.it

Cenni storici

Santa Maria in Gradi è la chiesa del grande complesso abbaziale domenicano, che sorge a Viterbo nel 1217, appena fuori le mura di Porta Romana.
L'impianto originario della chiesa, simile ai modelli cistercensi per tipologia e rapporti dimensionali, era a tre navi con transetto e abside, e convento, articolato intorno al chiostro, di forme gotiche, realizzato nel 1256, durante il pontificato di Alessandro IV, che consacrò definitivamente la chiesa ai padri domenicani. L'ampliamento del convento con il secondo chiostro fu realizzato presumibilmente tra la fine del Cinquecento e il Seicento.
La facciata a capanna a scalare, esaltata dalla maestosa gradinata, è ornata da un portico antistante rinascimentale, a cinque campate del 1466, restaurato nel 1566 con l'inserimento della loggia balaustrata superiore.
La chiesa nel tempo subì numerose modifiche, ma l'aspetto attuale risale all'intervento di Nicola Salvi, del 1737.
Nel 1873 con la soppressione degli Ordini Religiosi e l'espropriazione di gran parte dei Beni Ecclesiastici, , inizia il calvario distruttivo del complesso monumentale di Santa Maria in Gradi. Viene incorporato nel patrimonio demaniale e nel 1879 adibito impropriamente a penitenziario del nuovo Stato Italiano. Nell'ultima guerra i bombardamenti americani del 1944, colpiscono la chiesa e le volte subiscono crolli. Ma è nel 1956 che il Genio Civile di Viterbo decreta la totale demolizione delle coperture, ritenute pericolanti.
I bellissimi stucchi di Nicola Salvi, restati esposti al degrado degli agenti atmosferici per oltre 50 anni, sono oggetto dell'attuale intervento di restauro.
Nel 1736, il cardinale Neri Corsini, per conto dei Padri Domenicani, commissiona al Salvi "la fabbrica della nuova chiesa sulla struttura dell'antica", Nicola Salvi opera la completa trasformazione della chiesa al suo interno, conservandone la sola facciata esterna e il portico, in sintonia con quanto avviene a Roma sugli antichi impianti basilicali. L'interno viene modificato o "restaurato" creando una sola nave con cappelle laterali per aderire alle regole controriformiste. Ma è nelle partiture architettoniche delle superfici realizzate completamente con una decorazione plastica a stucco, che l'architetto Nicola Salvi introduce un fattore di novità: un nuovo linguaggio precursore del rinnovamento neoclassico che ritrova nel repertorio della sintassi classica, e nelle leggi compositive oggettive dell'ordine architettonico, una nuova propria fonte di ispirazione, pur mantenendo saldi riferimenti ai grandi esempi classici rinascimentali e barocchi: Michelangelo, Maderno , Palladio, Bernini e Borromini.
Facendosi promotore del nuovo indirizzo dell'architettura romana, voluto dal Papa fiorentino, Clemente XII Corsini, oltre ad introdurre il nuovo linguaggio neoclassico che sancisce il superamento dell'ormai svilito barocco romano, trasformatosi in "barocchetto", promuove , a mio parere, anche una nuova organizzazione del lavoro in cantiere, dovuta proprio ad una semplificazione e standardizzazione sia dei motivi decorativi e di conseguenza alle metodologie tecniche adottate.
Salvi procedendo alla demolizione dell'impianto interno, conserva ed innalza quello perimetrale che diventa il suo riferimento ritmico e dimensionale. Copre la navata cona una volta a botte a tutto sesto, scandita da ampi riquadri formati da una serie di archivolti a fasce, corrispondenti alle colonne binate sottostanti. La luce, elemento fondamentale di progettazione, come più avanti verrà illustrato, si diffonde dalle sei finestre a timpano che si aprono nelle unghiature della volta a botte. La nave fiancheggiata da tre cappelle per lato, con volta a schifo, confluisce nel transetto ad aula ottagonale, coperta da una maestosa volta a vela costolonata, ornata da lacunari prospettici esagonali e sommersa nel volume del tiburio. Lo spazio è raccordato da una possente trabeazione, sorretta da colonne binate dell'ordine gigante corinzio, che corre lungo tutto il perimetro della chiesa, dall'endonartece al presbiterio.
La partitura architettonica, in un repertorio di forme ed elementi architettonici volutamente limitato, evidenzia tuttavia una plasticità maestosa e di grande effetto, ma comunque composta, tale da definire lo spazio articolato ed in successione, in modo unitario ed omogeneo in una cadenza ritmica assoluta, sorretta dallo studio attento delle proporzioni e della luce. Alla luce infatti è affidato il ruolo di esaltare, con effetti chiaroscurali sfumati le superfici patinate bianche degli stucchi, prive dei preziosismi degli ori e,o dei marmi e pietre pregiate tipiche del

barocco, fino a raggiungere l'effetto di astrazione totale dalla materia, tipico del neoclassicismo e esattamente agli antipodi delle finalità materiche barocche.
Nicola Salvi è noto quasi soltanto per la mirabile realizzazione della Fontana dell'Acqua Vergine a Roma, intervento di architettura urbana, mentre è rimasta ignota o dubbia la sua capacità e potenzialità espressiva nell' architettura delle grandi opere di culto. L'attuale intervento di restauro della chiesa di S. Maria in Gradi, si può definire un vero cantiere della conoscenza, permettendoci di restituire a Nicola Salvi il giusto ruolo professionale e contributo storico della sua opera che costituisce fonte di ispirazione, riflessione e collegamento tra la produzione architettonica romana dell'Accademia di San Luca, secondo l'innovazione di maggiore austerità voluta dal papa fiorentino, Clemente XII Corsini,, e tutta la produzione, estesa nel territorio italiano, del Vanvitelli, Piermarini e Quarenghi, e successivamente di quella europea, di Sufflot, di Edward Stevens, John Soane e Wren, William Chambers.
Lo studio e le ricerche storiche sulla chiesa, unitamente all'analisi della sintassi architettonica dell'apparato decorativo di Nicola Salvi, portano a collocare questo intervento nel momento storico di passaggio dall'architettura barocca a quella neoclassica, tanto da apparirne come uno dei primi esempi fondamentali di transizione. La chiesa di Santa Maria in Gradi rappresenta quindi un nodo fondamentale della storia dell'architettura, il modello per le successive fasi evolutive del neoclassicismo, e riconduce la figura dell'autore in una posizione non più marginale (fatta eccezione per l'opera maggiormente nota della Fontana di Trevi) ma di rilievo estremo, per le capacità espressive ed innovative della sua opera, che influenzerà l'architettura dei due secoli successivi in Italia ed in tutta Europa.

Problematica del restauro complessivo degli stucchi

In considerazione della rilevanza e singolarità di quest'opera, le problematiche del restauro vertono sull'*istanza storica* che pone il monumento come documento e l'*istanza estetica* che riconosce il monumento come opera d'arte-modello. I criteri adottati nell'attuale progetto, si fondano, pertanto sulla necessità di mediare queste istanze, proponendo la ricomposizione della "facies" architettonica originaria, quale testimonianza storica fondamentale di una innovativa espressione architettonica, cui si riconosce il valore storico-documentario ed estetico da trasmettere al futuro, adottando tuttavia quelle soluzioni tecniche di reversibilità totale e quindi di riconoscibilità, che conducano alla lettura delle reintegrazioni proposte, con le necessarie verifiche anche da un punto di osservazione ravvicinato, ottenuta tramite idonei accorgimenti. Un differente trattamento superficiale, la diversificazione dei materiali costitutivi, metodi e tecnologie, permetteno la conservazione massima dei materiali presenti, nonchè di quelli tecnologici-strutturali originari, mantenendo e migliorando l'attuale equilibrio statico, evitando sempre sovraccarichi della struttura.
Dall'esame dello stato di degrado complessivo della chiesa, privata così a lungo delle sue coperture, sono apparse sin dall'inizio due situazioni distinte e descritte di seguito.
Nonostante i bombardamenti dell'ultima guerra mondiale e l'oltraggio dell'intervento del Genio Civile del 1956, è ancora leggibile, benché mutilata, la maestosa partitura architettonica con l'essenziale e raffinata decorazione dell'apparato plastico interno, in particolare la possente trabeazione sostenuta dalle colonne binate dell'ordine gigante corinzio, che corre lungo tutto il perimetro della chiesa, nella navata principale, nelle cappelle laterali, nel transetto e nell intercolumnio del presbiterio.
Tuttavia oltre le fasce marcapiano che sovrastano l'aggettante cornicione della trabeazione, che costituiscono l imposta della volta a botte della navata centrale, e oltre gli archivolti della volta a vela costolonata, lo stucco, per quasi tutto il suo spessore, è andato totalmente perso, ad eccezione di ridotti lacerti nelle edicole delle finestre e dei lacunari.
L'attuale progetto dispone due metodologie distinte di restauro per tali aree.
Le superfici al di sopra delle fasce marcapiano, punto d'imposta della volta, verranno trattate con la metodologia del restauro conservativo, infatti non si prevedono reintegrazioni, ma esclusivamente consolidamenti dei lacerti di intonaco o di elementi decorativi. Sulla superficie muraria verrà eseguita una scialbatura con velatura per accompagnare cromaticamente senza disturbare la ricomposizione dell'immagine architettonica prefigurata da Nicola Salvi. Tale operazione verra costantemente verificata e calibrata in corso d'opera, tramite adeguate campionature, perché tale area costituisce un filtro tra la zona ricomposta e le nuove strutture di copertura, che denunciano una maggiore forza d'impatto.
Al di sotto della quota dell'imposta della volta a botte e degli archivolti, viene invece disposta una ricomposizione totale dell'apparato plastico decorativo. Questa scelta metodologica risulta essenziale e fondamentale per la lettura d'insieme dei caratteri innovativi che l'opera di Salvi apporta nella percezione visiva della sua architettura, caratteri che perseguono l'obiettivo della smaterializzazione , ovvero vogliono raggiungere la leggerezza compositiva di un fine disegno. E se la raffinata visione architettonica del Salvi utilizza come un elemento fondamentale la luce, lacune non colmate andrebbero fortemente a disturbare l'articolazione delle superfici plastiche interne, sottolineate dalle ombreggiature e dagli effetti chiaro-scurali prodotti proprio dalla luce sugli elementi architettonici.

Ove tale fratture non disturbino, poiché non c'è interferenza con la visione dell'insieme, per esempio le due grandi lacune delle edicole degli altari all'interno della cappelle laterali, possono altresì essere denunciate le gravi perdite subite dal monumento nel tempo, limitando quindi l'intervento ad un restauro di tipo conservativo, come per la zona sovrastante le fasce marcapiano.
Mentre si ritiene necessario mantenere ed esaltare l' elemento luministico, utilizzato dall'artista, tramite la riproposizione dell'intercolumnio dell'endonartece, formato da coppie di colonne dell' ordine dorico disposte ad elle, soluzione apprezzata e notata già da Piermarini, e riutilizzata anche dai sui estimatori , per esmpio Sufflot, per offrire la corretta percezione visiva dell'opera, determinata dalla particolare disposizione di tali colonne, che filtrano l'effetto di passaggio luministico, dalla penombra dell'endonartece, alla maestosa navata architravata.

Tipologia degli interventi di ricomposizione

Il presente progetto di restauro prevede la ricomposizione delle parti mancanti con materiali ed accorgimenti idonei, che denunceranno l'attuale intervento con metodologie di seguito descritte. Per gli interventi di ricomposizione relativi alle strutture lineari, come l'alta trabeazione, si utilizzerà la tecnica dei calchi, mutuata dalle metodologie ricostruttive proprie della scultura. Tale tecnica non altera in alcun modo le strutture murarie di ancoraggio originarie preesistenti e non prevede interventi invasivi o di demolizione, ma permette la massima conservazione della materia originale, quali ferri forgiati, canne di bambù, coppi, mattoni, parti lapidee, malte pozzolaniche e segni particolari delle tecnologie costruttive. I calchi-copie sono realizzati con tecnica "a conchiglia", ovvero in scatolato, e riproducono solamente le superfici a vista, distinguendosi rispetto all'originale (tramite timbro con data ed ente esecutore). La copia tratta dal calco viene applicata sull'apparato murario, senza modificarlo, con semplici ancoraggi che evitino fenomeni di incompatibilità tra la nuova struttura e quella antica, soprattutto non vanno ad appesantire il carico su quest'ultima. In tal modo si ottiene inoltre il duplice obiettivo di mantenere le strutture originarie come ci sono pervenute e allo stesso tempo di fornire un valido strumento per la lettura d'insieme dell'opera. Inoltre la scelta delle suddette tecnologie operative, unitamente alla diversità dei materiali di utilizzo, non consentirà equivoci sull'attualità dell'intervento di restauro e permetterà una completa reversibilità dell'intervento, cioè l'obiettivo principale del progetto. Per gli elementi maggiormente plastici e di ornato scultoreo si prevedono interventi di reintegrazione effettuati con modellazione a mano libera senza l'uso di calchi.
Infine è prevista la riduzione dell'interferenza visiva delle superfici e la restituzione di unità cromatica dei toni di insieme tramite la stesura di velature. (RGC)

Considerazioni tecniche di carattere generale

Nella normale pratica esecutiva di decorazioni ripetitive in stucco si è spesso fatto uso di matrici per ottimizzare la lavorazione e ridurre i costi di produzione. Pur tuttavia spesso l'uso di forme preconfezionate si è limitato all'esecuzione dei soli supporti, ovvero si sono prodotte sagome semplici sulle quali si è poi rifinita in opera la forma modellando direttamente le superfici più complesse con appositi attrezzi. D'altronde i materiali disponibili fino al 1957 per produrre calchi (le matrici con forma negativa) non consentivano, per la loro rigidità, di realizzare copie (forme positive) complesse se non ricorrendo ad un complicato e costoso procedimento di tassellatura della forma che richiedeva necessariamente l'uso di mano d'opera molto specializzata e di difficile reperimento. La conseguenza di tutto ciò è che più spesso si trovano grandi decorazioni in stucco costruite nei secoli passati, ad esempio enormi cornicioni di palazzi, modellate direttamente *in situ* senza l'ausilio di matrici, realizzando centinaia di metri di dentelli, ovuli, astragali, foglie direttamente con l'uso di spatole e ferri appositamente costruiti all'uopo.
Nella moderna pratica edilizia, invece, riscontriamo sempre più spesso l'uso di sistemi di produzione che consentono di abbattere i tempi dell'esecuzione materiale riducendo l'apporto di mano d'opera artigiana e ricorrendo a materiali innovativi che possano far realizzare grandi produzioni, qualitativamente controllate, anche con l'apporto di mano d'opera poco specializzata.
Dovendo ottimizzare la gestione di un grande cantiere di restauro, come lo è il cantiere di restauro della Chiesa di S. Maria in Gradi, si è ricercato il miglior risultato possibile concentrando le attenzioni sui materiali da utilizzare e sulla tecnica esecutiva cercando di coniugare le esigenze conservative, la pratica operativa, l'economia della realizzazione e, non ultima, la sicurezza generale sia di chi opera nel cantiere sia di chi un domani frequenterà il luogo.
La tecnica di riproduzione per calco diretto con l'uso di calchi in gomma di silicone è senz'altro la migliore tecnica di riproduzione di una superficie in stucco in forma seriale che sia oggi disponibile: essa unisce alla facilità di lavorazione - anche disponendo di personale non particolarmente specializzato ma semplicemente formato in cantiere - la versatilità di un sistema che consente di riprodurre anche solo particolari di piccole dimensioni partendo da un'unica matrice. E' possibile, ad esempio, eseguire la matrice di un solo metro lineare della grande cornice con ovuli e dentelli per ottenere tutti i pezzi necessari alla ricostruzione.

Linee guida operative

Per ottenere i migliori risultati operativi è stato creato in cantiere un piccolo laboratorio interamente dedicato alla produzione delle copie, nel quale sono stati realizzati modelli di grandi dimensioni, costruiti a partire da diversi moduli, per ottenere un notevole risparmio di tempo e di mano d'opera.
Ma come è possibile verificare la qualità del prodotto delle lavorazioni, ovvero le copie ottenute, e poter garantire il livello delle prestazioni del materiale?
La soluzione è stata trovata nell'applicazione alle lavorazioni artigianali di un sistema di controllo simile a quello della produzione industriale e paragonabile, di fatto, ad un sistema di certificazione di qualità, i cui elementi distintivi possono essere qui riassunti nei seguenti punti:

- un piccolo gruppo di dipendenti è stato appositamente istruito e dedicato alla lavorazione dei calchi e delle copie;
- tutti i pezzi necessari alla ricostruzione con l'uso di calchi sono realizzati nel piccolo laboratorio interno al cantiere di restauro;
- l'omogeneità e la riconoscibilità dei materiali utilizzati è tracciata con una gestione trasparente del laboratorio (i materiali sono acquistati direttamente dal produttore ed hanno caratteristiche certificate oppure sono formulati in cantiere per conformarsi alle caratteristiche prestazionali richieste);
- il controllo sistematico della produzione prevede la segnatura del lotto di fabbricazione e la conservazione di un piccolo quantitativo del materiale per eventuali riscontri in caso di difformità del prodotto;
- si attua la verifica sistematica delle copie prodotte con controllo a campione delle caratteristiche fisiche;
- si produce la documentazione sistematica di tutte le fasi di lavorazione in corso d'opera con rapporti periodici alla Direzione dei Lavori.

La perfetta organizzazione del lavoro in cantiere può determinare così un consistente abbattimento del tempo nella realizzazione complessiva, con conseguente miglioramento della lavorazione e dei margini di utile dell'impresa.
Nel nostro caso si sono inoltre otteneute migliori soluzioni, sia in termini operativi sia in termini di costi, utilizzando diversi materiali a seconda delle necessità. Per la ricostruzione di elementi architettonici lineari e di forma poco complessa è stato utilizzato un formulato a base di calce idraulica e cariche inerti con caratteristiche chimico fisiche simili all'originale, rinforzato con microfibre in polipropilene ed armato con tubi in pvc che, allineati e congiunti in fase di montaggio, si prestavano anche al passaggio di cavi elettrici. Per la ricostruzione di elementi architettonici di forma complessa si è invece utilizzata la Jesmonite AC100, un composto acrilico reticolante a base di gesso armato con tessuto di fibra di vetro che consente di realizzare stratificazioni di materiale molto sottili ma assai robuste.
L'uso dei differenti tipi di materiale consente la realizzazione di oggetti rispondenti a diversi requisiti: affidabilità, facilità di lavorazione, versatilità, robustezza ed economicità caratterizzano i tradizionali composti a base di calce, migliorati con l'aggiunta delle fibre di polipropilene per ridurre le fillature e dei tubi in pvc, mentre la Jesmonite unisce i pregi del gesso alle qualità della resina acrilica, consentendo di ottenere copie di spessore ridotto (da pochi millimetri ad un centimetro consentendo così di non appesantire eccessivamente le strutture presistenti), di solida armatura (grazie all'accoppiamento con un tessuto in fibra di vetro), di buona resistenza agli agenti atmosferici (grazie alla componente acrilica), di ottima resistenza meccanica (grazie alla componente gessosa), di facile utilizzazione (non richiedendo particolari conoscenze tecniche ed essendo un prodotto bicomponente premiscelato), di resistenza al fuoco certificata in classe ZERO e non tossico per gli operatori (essendo un composto a base di gesso e di una resina acrilica in emulsione acquosa, motivo per il quale le norme di sicurezza si limitano a consigliare l'uso di misure simili all'uso del solo gesso).
Saranno infine realizzate nel laboratorio interno diverse prove di finitura delle superfici riprodotte, sia con effetti cromatici differenti sia con effetti superficiali diversi, per consentirne il necessario riconoscimento una volta in opera.
Per realizzare la necessaria programmazione delle verifiche è stato disposto un sistema di produzione codificato nelle sue linee principali con l'individuazione e la responsabilizzazione del personale preposto all'acquisto e stoccaggio dei prodotti, alla produzione, alla contabilizzazione.
Si è quindi elaborato un manuale operativo che ha stabilito con chiarezza l'acquisizione delle conoscenze tecniche e la trasparenza del processo produttivo che, proprio per la sua natura artigianale, rischia altrimenti di essere privo di effettivi riscontri qualitativi sia in opera sia in uso.
La reversibilità dell'intero sistema di applicazione delle riproduzioni delle grandi cornici della Chiesa ha richiesto la realizzazione di laminati di spessore variabile e di grande robustezza. Non bisogna però mai dimenticare che questi oggetti si trovano a discreta altezza da terra e sospesi ad una struttura portante della quale sono elementi collaboranti. Sotto le cornici transiteranno visitatori e fruitori del luogo. Non si può lasciare al caso neanche un piccolo elemento né è possibile affidarsi solamente alla buona pratica degli operatori, elemento da sé non sufficiente a fornire tutti gli elementi qualitativi del processo produttivo riscontrabili con sistemi di verifica.

Per elaborare un manuale d'uso, con il quale stabilire le tappe delle diverse operazioni ed individuare gli elementi qualitativi da riscontrare, nonché per definire profilo e compiti del personale responsabile in cantiere, è necessario rivolgersi a figure professionali che abbiano le conoscenze tecniche e l'esperienza necessarie a tale compito. Del resto è necessario sempre verificare severamente i lavori con forte carattere di sperimentalità.
Gli elementi salienti del manuale operativo sono i seguenti:

1. analisi della tecnica costruttiva originale;
2. illustrazione della tecnica di riproduzione e delle norme di sicurezza;
3. incontri dimostrativi che forniscano alle maestranze la conoscenza tecnica dei sistemi utilizzati;
4. verifica sistematica a distanza di tempo della corrispondenza della filiera produttiva alle modalità fissate;
5. individuazione e soluzione di particolari problematiche lavorative;
6. la redazione di rapporti intermedi e finali elaborati a fini documentali;
7. studio per la soluzione di complessi problemi di ricomposizione di elementi lapidei e/o ripristino di elementi architettonici.

Quest'ultimo punto si è rivelato particolarmente delicato a S.Maria in Gradi per la presenza di diverse situazioni con pericolo di crollo e perdita di porzioni, anche rilevanti, di materiale originale. Soprattutto nella zona del tamburo della grande cupola i resti del paramento in stucco richiedevano particolari cure. L'originale struttura del paramento, infatti, è realizzata con tondini ritorti di acciaio forgiato che, legati tra di loro, assicurano compositi insiemi di mattoni e conglomerati che sporgono in aggetto anche di parecchi centimetri rispetto all'asse di equilibrio della muratura. Le varie mutilazioni subite dalla decorazione hanno provocato la perdita parziale anche di buona parte della struttura in ferro, rendendola poco affidabile e discontinua. Per risolvere il complesso problema statico, oltretutto in svantaggio gravitazionale, si è ricorsi all'uso della Jesmonite AC730, sempre un composto acrilico reticolante ma a base cementizia e non gessosa. Questo composto, di elevata resistenza meccanica grazie all'armatura con tessuto in fibra di vetro e notevole forza adesiva anche su manufatti disgregati, si utilizzava per l'ancoraggio e la cinturazione armata delle porzioni ancora in situ, sostituendo completamente analoghi sistemi fibrorinforzati a base di resina epossidica, normalmente in uso in casi simili, e risolvendo in un unico intervento anche la stuccatura delle fessure e delle piccole lacune. L'applicazione della Jesmonite seguiva un intervento di disinfestazione da agenti biodeteriogeni ed un intervento di consolidamento dei materiali disgregati con resina acrilica in microemulsione PR 3500. Questo tipo di intervento, non reversibile, non aveva purtroppo alternative poiché il reale rischio di crollo non lasciava spazio ad altre soluzioni, considerando pure che il mucleo murario, solido, avrebbe dovuto sopportare la perforazione e l'inserimento di barre metalliche necessarie per la distribuzione del carico della nuova cupola poggiata sul tamburo.
Ma nelle zone nelle quali si sono applicati elementi architettonici ricostruiti il criterio della reversibilità totale è stato tenacemente perseguito, realizzando un intervento che, per la natura delle lavorazioni e per le dimensioni dell'impresa, non era e non è affatto scontato. (AD)

IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI ESPOSITIVE E DI TRASPORTO DELL'ICONA SAN NICOLA E SCENE AGIOGRAFICHE APPARTENENTE AL MUSEO BIZANTINO DELLA FONDAZIONE ARCIVESCOVO MAKARIOS DI NICOSIA.

Massimo Corsetti*, Elisabetta Giani**

* Ingegnere, I.C.R., via di San Michele 23, 00153 Roma, tel. 0648896386, massimocorsetti@libero.it
** Fisico, I.C.R., via di San Michele 23, 00153 Roma, tel. 0648896381, cell. 335336848, elisabetta.giani@libero.it

Abstract

Il sempre crescente numero di mostre temporanee che in questi ultimi anni vengono allestite pone in primo piano i temi di conservazione preventiva legati alla movimentazione, al trasporto, alla ridefinizione di condizioni microclimatiche e ambientali idonee all'esposizione temporanea.
L'esposizione della grande icona *san Nicola e scene agiografiche* appartenente al Museo Bizantino della Fondazione Arcivescovo Makarios di Nicosia presso la mostra *"San Nicola di Bari. Il corpo e l'immagine tra Oriente e Occidente"*, ha visto la necessità del trasferimento della tavola da Cipro a Roma - presso l'Istituto Centrale per il Restauro - quindi a Bari, poi ancora a Roma ed infine il suo rientro presso il museo di appartenenza.
La tipologia della grande tavola, che per materiali costitutivi è caratterizzata da una notevole fragilità - supporto ligneo e pergamena applicata su di esso, al di sotto degli strati preparatori, - ha determinato la necessità di un accurato controllo di tutte le diverse fasi legate alla sua esposizione in mostra.
In particolare, nel corso del complesso trasporto è stato previsto il rilevamento delle vibrazioni lungo i tre assi (x, y,z) registrate mediante due *datalogger*, uno vincolato all'opera ed un secondo vincolato alla cassa, nonché dei valori di temperatura ed umidità relativa. Ciò al fine di valutare l'effetto isolante dell'imballaggio, sia dal punto di vista termico ed igrometrico (stabilizzazione termoigrometrica), che dal punto di vista meccanico (ammortizzazione delle vibrazioni). Infine, il monitoraggio microclimatico è proseguito per tutta la durata dell'esposizione in mostra dell'opera.

Introduzione

L'esposizione della grande icona *San Nicola e scene agiografiche* appartenente al Museo Bizantino della Fondazione Arcivescovo Makarios di Nicosia presso la mostra *"San Nicola di Bari. Il corpo e l'immagine tra Oriente e Occidente"*, ha determinato la necessità del trasferimento dell'icona da Cipro a Roma - presso l'Istituto Centrale per il Restauro - quindi a Bari, poi ancora a Roma. Infine, a restauro ultimato, la tavola rientrerà a Cipro. La grande tavola, che per dimensione e materiali costitutivi è caratterizzata da una notevole fragilità - supporto ligneo e pergamena applicata su di esso, al di sotto degli strati preparatori – ha reso necessario un accurato controllo di tutte le diverse fasi legate alla sua esposizione in mostra.
Il problema del trasporto e della movimentazione delle opere è certamente un tema di grande interesse e che costituisce ancora un problema aperto. L'argomento è trattato anche in una sezione specifica all'interno del documento "Atto di Indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei" (1) dove si trovano linee guida, standard procedurali, specifiche sugli imballaggi, sui mezzi di trasporto, sulle tipolgie dei monitoraggi da attivare (shock, vibrazioni e valori termoigrometrici).
La movimentazione e l'esposizione in mostra temporanea di questa grande tavola sono state alla base di una ricognizione sullo stato dell'arte in merito agli studi svolti relativamente alle condizioni di trasporto delle opere, alla strumentazione reperibile sul mercato, alle informazioni ed ai risultati che da monitoraggi effettuati con questa strumentazioni si possono si possono trarre.

La strumentazione impiegata e l'assetto di misura

Per effettuare il monitoraggio delle condizioni di trasporto sono stati utilizzati due Datalogger Ultrashock, prodotti dalla società statunitense MadgeTech. Questi strumenti permettono il rilevamento e la registrazione dei valori di temperatura dell'aria, di umidità relativa, di pressione atmosferica, di accelerazione nelle tre direzioni (x, y, z).
I sensori interni a questo tipo di strumento rilevano i valori di accelerazione con una frequenza di circa 1kH mentre la frequenza di registrazione dei valori e l'ora di inizio delle registrazioni vengono impostate collegando il *datalogger* ad un PC **[1]**.
Nel corso del trasporto dell'icona da Roma a Bari, i *datalogger* erano stati programmati per acquisire un dato al minuto. In generale, le impostazione dello strumento vanno valutate in relazione a:

- durata complessiva del monitoraggio
- capacità delle batterie
- capacità della memoria dello strumento
- dinamica delle grandezze fisiche da controllare

Per svolgere un controllo puntuale delle attività di movimentazione e trasporto e per poter poi collegare i vari andamenti termoigrometrici e quelli legati alle sollecitazioni meccaniche, è risultato di particolare utilità disporre di una "tabella di marcia" come quella di figura 1.

AZIONI	**data**	**ora**
Collegamento strumentazioni		
Movimentazione oggetto		
Inserimento oggetto in cassa		
Chiusura cassa		
Inizio trasporto		
Episodi durante il trasporto (soste, etc.)		
Fine trasporto		
Collocazione della cassa in area di stoccaggio		
Movimentazione della cassa in sala espositiva		
Apertura della cassa		
Movimentazione oggetto		
Collocazione definitiva oggetto		
Smontaggio strumentazioni		

Figura 1. Tabella di marcia del trasporto dell'Icona da Roma a Bari.

Per quanto riguarda l'assetto sperimentale di misura, questo è stato così configurato: il primo dei due *datalogger*, denominato Cassa, è stato vincolato alla cassa (figura 2) ed il secondo, denominato Icona, è stato vincolato ad un supporto in legno attaccato mediante colla reversibile ad una traversa del retro della tavola, in modo da rendere questo secondo *datalogger* solidale con il dipinto (figura 3). I *datalogger* così installati hanno registrato *shock*, valori di temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica per tutto il corso del trasferimento della tavola da Roma fino al momento della sua esposizione nel museo di Bari.



Figura 2. Accelerometro vincolato alla cassa.



Figura 3. Accelerometro vincolato all'icona.

Analisi dei dati accelerometrici

Relativamente alle misure accelerometriche, si riportano qui di seguito i grafici degli andamenti temporali delle accelerazioni secondo gli assi x, y e z rilevate dai due *datalogger* denominati, come detto, Cassa ed Icona (figur 4 e 5). I due grafici sono stati centrati sul periodo del trasporto in camion e mostrano anche le fasi di movimentazione (carico e scarico della cassa) rese evidenti dall'andamento qualitativo delle accelerazioni e dagli orari. Si vede inoltre come alcuni picchi presenti nel grafico della Cassa non compaiono nel grafico dell'Icona, che risulta avere un andamento più regolare per effetto dell'imballaggio.

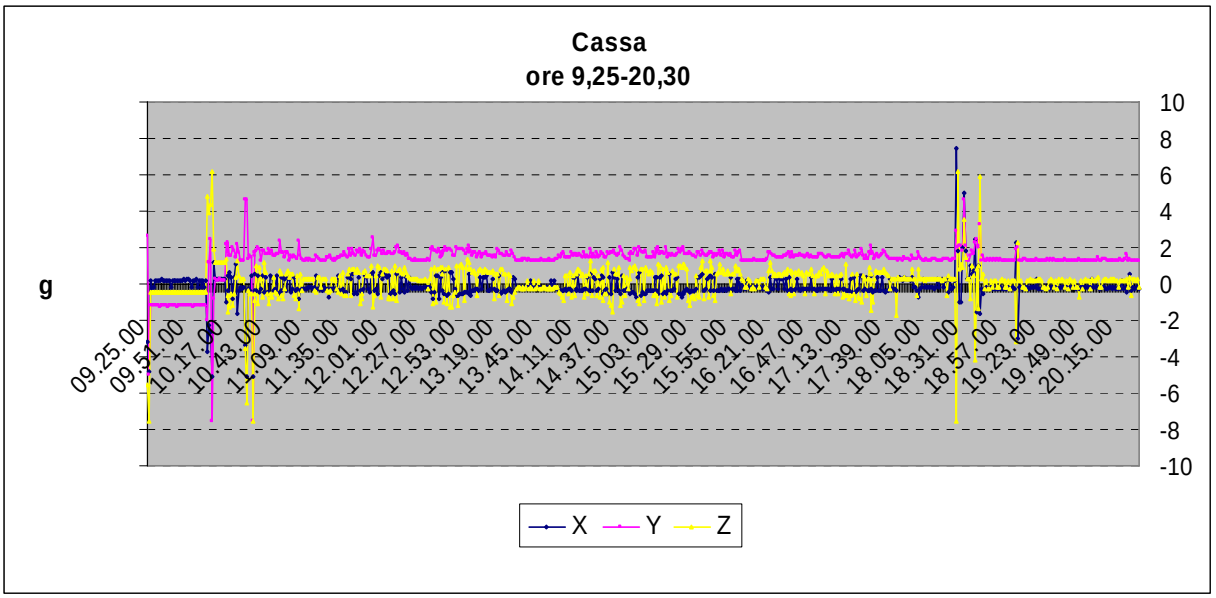


Figura 4 Andamento accelerometrico registrato dal *datalogger* Cassa, applicato esternamente alla cassa.

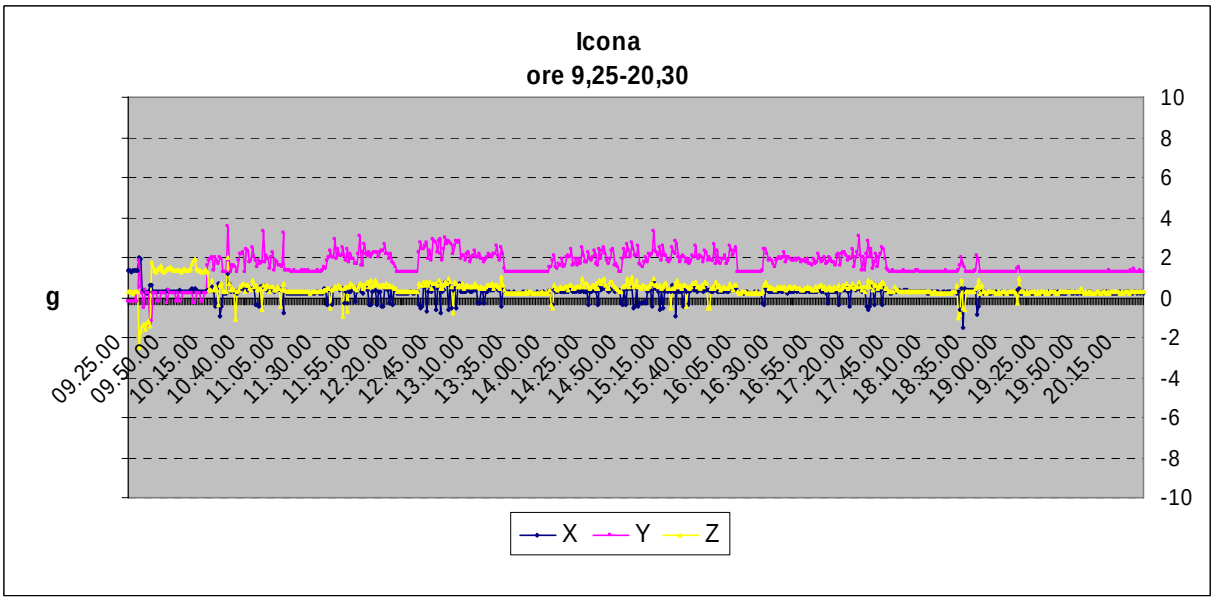


Figura 5 Andamento accelerometrico registrato dal Datalogger Icona, applicato sul retro dell'icona.

L'andamento dei valori relativi all'asse y, per entrambi gli strumenti, risulta costantemente sempre sopra 1 g **[2]** a significare che durante il trasporto questo asse corrispondeva alla verticale, mentre l'asse x corrispondeva al senso di marcia e l'asse z alla direzione trasversale al moto.
In figura 6 si riporta, invece, l'analisi del numero di shock relativi alla cassa ed all'icona suddivisi per classi di intensità. I dati sono relativi al vettore somma di x, y e z **[3]**. Il grafico evidenzia, in forma diversa, l'effetto dell'imballaggio. Osserviamo infatti che l'imballaggio agisce determinando una attenuazione dell'intensità degli

shock esterni - quelli rilevati sulla cassa - determinando eventi interni di minore entità - quelli rilevati sull'icona. Dal grafico si vede, ad esempio, che la cassa ha sperimentato alcuni shock oltre i 6,5 g cosa che non è avvenuta per l'icona.

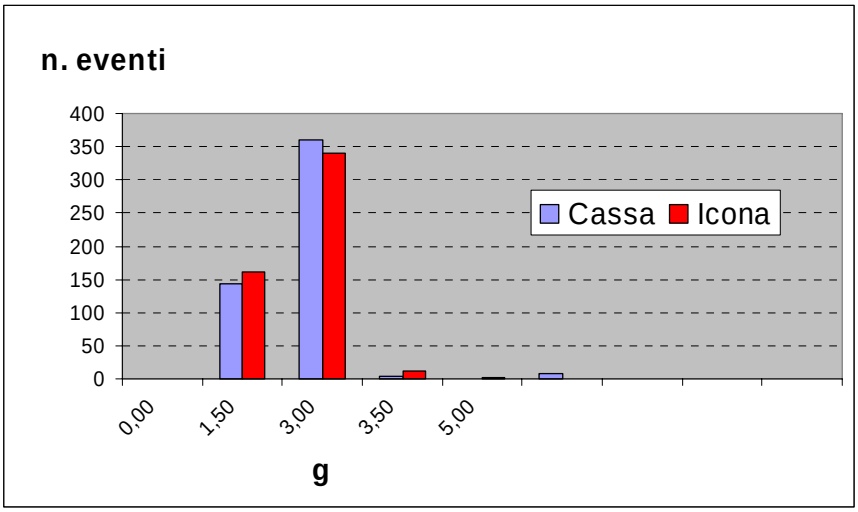


Figura 6 Numero di eventi in relazione alla loro intensità.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con gli studi svolti relativamente all'analisi del diverso comportamento degli imballaggi. Tali studi riguardano, però, soprattutto il trasporto su rotaia (2) ed il trasporto aereo (3). Nel nostro caso a causa delle dimensioni notevoli dell'opera il trasporto è avvenuto su camion. In figura 7 vengono confrontati i valori pubblicati in (2) con i valori registrati dai nostri strumenti.

	Direzione	Stolow	Cassa	Icona
Autotrasporto	Verticale	5,1	4,6	3,6
	Laterale	2,3	6,2	2,0
	Longitudinale	3,6	7,5	1,2

Figura 7 Confronto fra i valori massimi di accelerazione espressi in g.

Analisi dei dati microclimatici

In merito al monitoraggio delle condizioni microclimatiche, nella figura 8 si mostrano i valori massimi e minimi termici ed igrometrici nel corso del trasporto. Come si vede dai valori della deviazione standard (σ) l'imballaggio ha un effetto stabilizzante rispetto alle variazioni delle condizioni termoigrometriche.

	Temperatura		**RH%**	
	icona	**cassa**	**icona**	**cassa**
max	23.4	24.1	51	59
min	19.2	16.4	46	45
media	20.1	19.9	48	50
σ	0.6	1.5	1	3

Figura 8 Valori di temperatura ed umidità relativa nel corso del trasferimento dell'icona dall'ICR al Castello Svevo di Bari.

Gli andamenti del grafico in figura 9 mostrano, invece, le diverse fasi del trasferimento e l'effetto che l'imballaggio ha nella stabilizzazione delle condizioni termoigrometriche all'interno della cassa. In particolare: il viaggio in camion climatizzato (da circa le 10.30 alle 18.00); l'arrivo a Bari; lo spostamento della cassa dal camion al deposito; la permanenza in deposito per la notte (dalle 20.00 alle 9.30 del mattino seguente); lo spostamento della cassa nella sala del museo, avvenuta verso le 10.00. Si vede bene anche l'effetto dell'apertura della cassa, intorno alle 11.00, quando la tavola viene collocata su cavalletto in attesa della sistemazione definitiva: difatti la temperatura registrata dal datalogger, solidale con l'icona, tende a raggiungere i 24°C, temperatura della sala del museo.

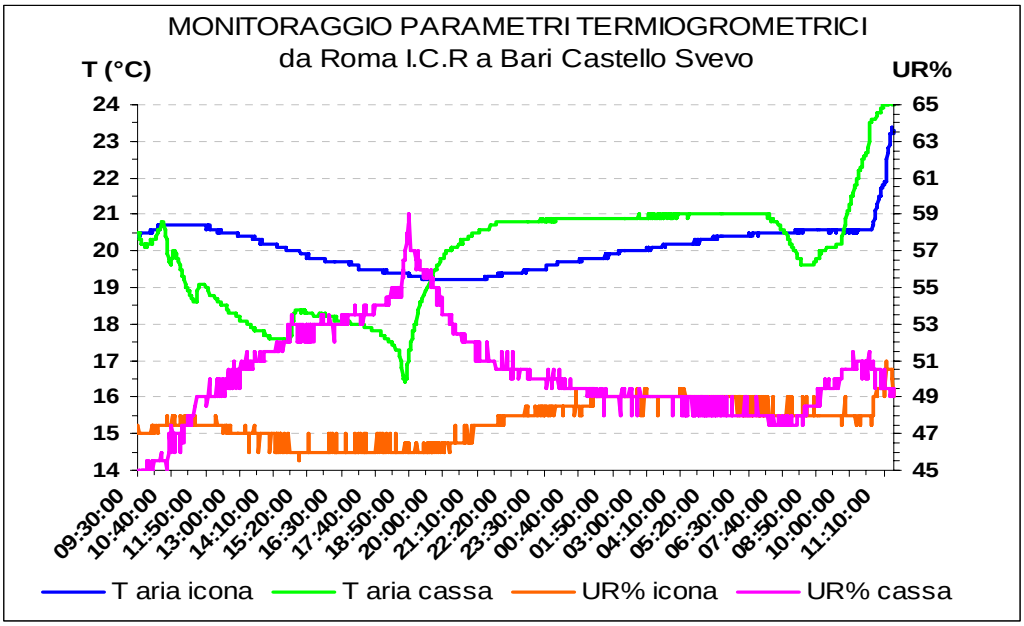


Figura 9 Andamenti termoigrometrici della cassa e dell'icona nel corso del trasferimento dall'ICR al Castello Svevo di Bari.

Imballaggio

L'imballaggio dell'icona, predisposto dal Museo di Cipro, è quello col quale ad oggi sono stati effettuati tutti i trasferimenti. L'importanza dell'imballaggio, oltre che relativamente agli effetti sullo smorzamento delle sollecitazioni meccaniche e termoigrometriche, si ripercuote anche sulle modalità di trasporto. Difatti a causa delle grandi dimensioni dell'opera e, conseguentemente della cassa (33.9 x 223,5 x 183,5) l'opera, come detto, ha viaggiato da Roma a Bari in camion piuttosto che in aereo.
I materiali utilizzati per l'imballaggio, sono riportati in figura 10.

LATERALI CASSA	BASE CASSA	PROTEZIONE RECTO ICONA	LATERALI PERIMETRO
MULTISTRATO MARINO	MULTISTRATO MARINO	CARTA GIAPPONESE	LISTELLI DI ETHAFOAM
POLIURETANO ESPANSO	POLIURETANO ESPANSO	GOMMA PIUMA BIANCA (SOFFICE)	
ETHAFOAM	GOMMA PIUMA	GOMMA PIUMA NERA (PIÙ RIGIDA)	
CARTA GIAPPONESE		POLIURETANO ESPANSO	
		COPERCHIO DELLA CASSA IN MULTISTRATO MARINO	

Figura 10 Materiali dell'imballaggio.

Le condizioni microclimatiche dell'esposizione

Il controllo della tavola è proseguito nel corso della sua esposizione in mostra a Bari. Mediante un *datalogger* Delta OHM hd206-1 sono state registrate con un campionamento orario le condizioni termiche ed igrometriche dell'intero periodo. Come si può vedere dal grafico riportato in figura 11, le condizioni microclimatiche della mostra hanno un andamento molto variabile dal punto di vista termico e, soprattutto, da quello igrometrico. Analizzando i dati in termini di condizioni igrometriche prevalenti (figura 12), si può constatare che nel 60% del tempo di esposizione in mostra, la tavola è stata conservata ad una umidità relativa minore del 45% e che per il 30% del tempo è stata conservata ad una umidità relativa minore del 40% (4).
L'analisi di questi dati conferma quanto avviene assai frequentemente nel caso in cui mostre temporanee o esposizioni permanenti trovino la loro sede in edifici storici che non consentono o rendono assai complessa e costosa l'installazione di impianti di trattamento dell'aria (termico ed igrometrico).

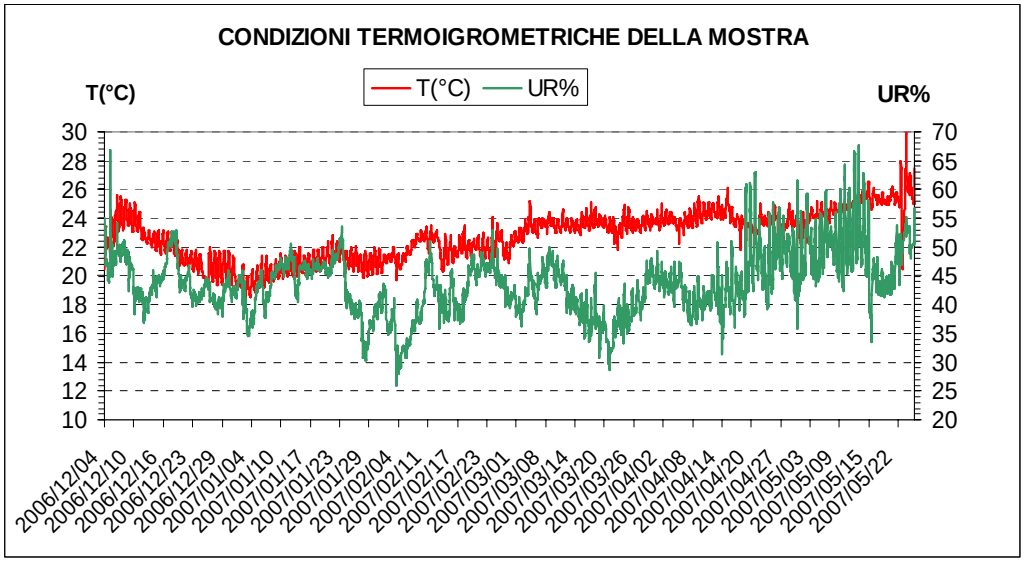


Figura 11 Andamento delle temperature e delle umidità relative nella sala espositiva nel corso della mostra.

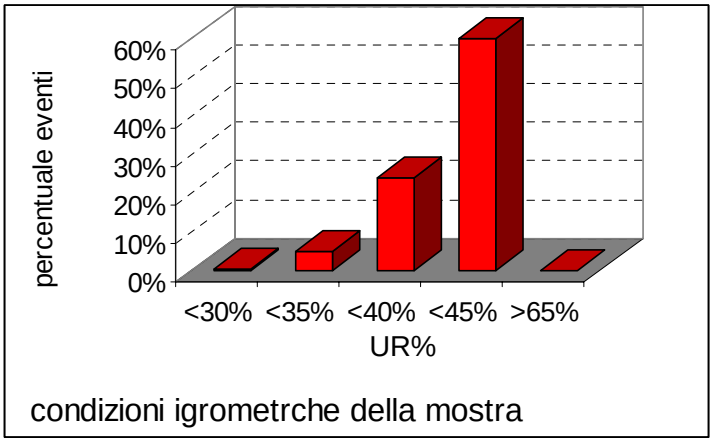


Figura 12 Analisi dei dati relativamente alle condizioni igrometriche prevalenti.

Conclusioni

L'organizzazione delle mostre temporanee, se da un lato rappresenta un momento eccezionale per lo studio di un'epoca o di un artista, dall'altro costituisce, dal punto di vista della conservazione, un difficile banco di prova per tutti i soggetti coinvolti.
Gli aspetti critici legati alla concessione dei prestiti ed alla organizzazione di mostre sono, come noto, la compatibilità fra le condizioni di provenienza dell'opera e quelle di esposizione temporanea, la movimentazione, le condizioni di trasporto e la climatizzazione degli spazi espositivi.
Lo studio svolto in occasione del trasferimento della grande icona di San Nicola ha messo in luce gli aspetti più critici relativamente al trasporto, inclusi quelli legati alla strumentazione. Infatti, con strumenti facilmente reperibili sul mercato a prezzi contenuti, si è evidenziato che non è possibile effettuare una analisi delle frequenze relative agli andamenti accelerometrici. Si è potuto, tuttavia, valutare l'effetto che l'imballaggio ha avuto relativamente alla attenuazione degli shock massimi.
Per quanto riguarda il controllo microclimatico, si è potuto verificare che il trasporto non ha comportato variazioni pericolose e l'imballaggio ha svolto correttamente il suo effetto di attenuazione e ritardo delle fluttuazioni climatiche.
Il monitoraggio delle condizioni microclimatiche della sala dove l'icona è stata esposta ha, invece, messo in luce una situazione talvolta critica, coma sovente avviene in edifici storici che sempre presentano difficoltà di condizionamento degli ambienti. Casi come questi confermano quanto sia necessario per le sedi espositive poter disporre di un archivio di dati microclimatici che consentano di valutare con anticipo la necessità di esporre le

opere maggiormente sensibili alle variazioni termoigrometriche in contenitori condizionati che rallentino ed attenuino le variazioni ambientali (5).

BIBLIOGRAFIA

1. *Atto di Indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei Ambito VI, sottoambito 1,* Gazzetta Ufficiale 19 ottobre 2001, pp.160-166.
2. Stolow Nathan, Conservation standards for works of art in transit and on exhibition, Unesco 1979
3. Saunders David, The effect of painting orientation during air transportation , in 14h triennial meeting the Hague, 12-16 sept. 2005, ICOM COMITEE FOR CONSERVATION
4. Accardo Giogo, Cacace Carlo, Giani Elisabetta Giovagnoli Annamaria, Nugari Maria Pia 2003. *Museum collections: data sheets for improved managemen,* in Joyce H. Townsend, Khaterine Eremin & Annemie Adriaens (eds), *Conservation Science 2002. Papers from the Conference held in Edinburgh, Scotland, 22-24 May 2002,* 39-43.
5. Giani Elisabetta, Giovagnoli Annamaria. Gordini Livia, Nugari Maria Pia, 2004, *La scheda ambientale come strumento propedeutico al trasporto di opere d'arte, Giornata di studo sul tema: Climatizzazione ed imballaggio,* Associazione Italiana Registrar di opere d'arte, Firenze, 17 marzo 2004.

NOTE

[1] Bisogna distinguere fra frequenza di campionamento (circa 1kHz) e frequenza di registrazione. Quest'ultima può essere impostata fino a un massimo di 2 secondi, in tal caso, ogni 2000 valori campionati verrebbe registrato un solo dato riepilogativo, normalmente il valore massimo.
[2] L'intensità delle accelerazioni viene espressa in multipli di g - accelerazione di gravità - pari a 9,8 m/sec^2.
[3] Somma = $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

POLIMATERICITÀ DI UN CARTELAME SETTECENTESCO E DEL SUO RESTAURO CONSERVATIVO STRUTTURALE

Franco Boggero [*], Roberto Bonomi[**], Giovanna C.Scicolone [***], Giovanni Testa [****]

[*] Storico dell'Arte, Sovrintendenza Ai Beni Artistici Storici e Etno Antropologici
via Balbi 10, 16126 Genova , franco.boggero@fastwebnet.it
[**] Responsabile del Settore Restauro, Fondazione EnAIP Lombardia, via Panoramica 42,
25082 Botticino (Bs), 030-2191122, roberto.bonomi@enaip.lombardia.it
[***] Responsabile del Dipartimento Restauro Dipinti Antichi e Opere Contemporanee Polimateriche ,
Fondazione EnAIP Lombardia, via Panoramica 42, 25082 Botticino (Bs),
030-2191122, giovanna.scicolone@enaip.lombardia.it,
[****] Ricercatore, Stazione Sperimentale Carta –Via Leonardo da Vinci 16, 20133 Milano,
gtesta@sperimentalecarta.it

Abstract

Si presenta il restauro, effettuato nel corso Restauro Dipinti Antichi e Opere Contemporanee Polimateriche presso la scuola di restauro della Fondazione EnAIP Lombardia, di un cartelame rappresentante la Deposizione, realizzato da Tommaso Carrega alla fine del sec. XVIII. Si tratta di un'opera costituita da cartoni sovrapposti fra di loro, fatti aderire ad una tela e successivamente ad una struttura lignea di sostegno, sagomati perimetralmente ed anche internamente ,con un interessante effetto di "vuoti e pieni", dipinti a tempera. La caratterizzazione degli elementi costitutivi e la valutazione del loro degrado sono state eseguite anche in funzione di uno studio sistematico,in corso, sulle tecniche esecutive dei cartelami liguri a confronto con quelli francesi e corsi in particolare. Il restauro è stato progettato con l'obiettivo di garantire la conservazione futura, senza alterare la percezione delle caratteristiche strutturali ed estetiche originarie pur con il ricorso a interventi drastici di smontaggio e ricomposizione delle parti.





Figure 1 e 2. Il recto e il verso del cartelame

Introduzione

I "cartelami" sono dei manufatti artistici costituiti fondamentalmente da carta e cartone, oltre a tela, legno e pigmenti con leganti proteici e/o oleosi; sono reperibili in un'area geografica corrispondente alla Liguria, Corsica e Francia del Sud e furono realizzati in particolare nel corso del Settecento come scenografie durante la Settimana Santa. Queste opere (che compongono dei veri e propri "teatri dell'effimero" tardo- barocco) sono destinate alle processioni devozionali e, quindi, anche se non dichiaratamente, rivestono un carattere effimero, in quanto il tipo di utilizzo ne provocava un degrado costante che costringeva alla continua ripresa e sostituzione delle parti danneggiate. Nel ponente ligure non ne rimangono molti : forse una decina, e nella maggior parte dei casi (a Salea come a Zuccarello, ad Andora come a Ceriana) non sono più utilizzati. Fa eccezione questo grande cartelame dell'oratorio di S. Pietro al Parasio, nell'abitato antico di Porto Maurizio. La grande sagoma con la *Deposizione* costituisce il nucleo centrale di un gruppo di figure e complementi scenografici riferito alla bottega dei Carrega, fiorente a Porto Maurizio e in tutto l'estremo Ponente ligure tra la metà del Sette e l'inizio dell'Ottocento. Figure umane bidimensionali e colorate, dunque, da considerare come ideale complemento del "sepolcro" pasquale, un vero e proprio teatro di sagome dipinte pensato per sollecitare, in quel contesto e in quei giorni, l'immaginazione dei fedeli. AI gruppo centrale si contrappongono figure singole (la Maddalena, San Giovanni), ma l'apparato comprende veri e propri "complementi scenici", alberi e quinte architettoniche, componibili con molta libertà intorno al nucleo principale. Un'altra considerazione: proprio in virtù della sua natura effimera e versatile, ogni cartelame si presta (un po' come certi Presepi) ad ampliamenti, acconciamenti e modifiche che finiscono spesso per alternarne la fisionomia originaria. E d'altro canto, proprio a tali alterazioni il cartelame deve il suo carattere intrigante, di opera in progress.

Stato Di Conservazione
Struttura di sostegno

La struttura lignea è parte integrante del significato, della matericità e dell'estetica dell'opera e ne caratterizza in particolare la destinazione effimera: il reintegrare le parti mancanti o l'aggiungere pezzi di sostegno in zone pericolanti evidenzia e segna i passaggi storici ed è indice di una prosecuzione del riconoscimento dei significati originari che sono stati via via riattualizzati. E'realizzato mediante un assemblaggio di elementi di diversa essenza legnosa, con struttura particolare e complessa (ingombro massimo 333 x 230 cm.). I pezzi originali sono pochi: la struttura è costituita da numerosissime assi e listelli inchiodati uno all'altro anche disposti in 2 o 3 strati. In molti listelli sono presenti scalfitture, numerose macchie, incrostazioni e gocciolature di diversi collanti (naturali e sintetici),tracce di colore e altri inerti di natura gessosa.Il tipo di vincolo è formato da chiodi di diversa grandezza e posizionati in diversi tempi a seconda delle necessità. La presenza di sporco e polvere è consistente, soprattutto accumulata nelle rientranze del legno, nella fessurazioni e nelle parti dove la struttura è meno adesa alla tela (es. bordi).

Supporto cellulosico tessile

La tela utilizzata come "supporto" è una fibra cellulosica vegetale,canapa, tessuta con armatura rada a tela 1:1 con fili piuttosto irregolari; è costituita da 4 diverse pezzature congiunte fra di loro, per sovrapposizione, con colla animale. Nei punti dove la tela si era staccata è stata fatta riaderire, in tempi più recenti, mediante l'utilizzo di adesivi vinilici. Sono presenti lacune (riparate con toppe di cartone e cotone), lacerazioni, tagli, bruciature. I bordi perimetrali delle tele risultano particolarmente degradati e sono staccati dal cartone, sfilacciati, sfibrati. Il supporto cellulosico è anche interessato da depositi organici, da attacchi biologici e da numerosi accumuli di polvere.

Cartone

L'opera è stata eseguita su più fogli di cartone di origine vegetale di uguali dimensioni (circa 48x38 cm) e di spessore di circa 2/5 mm, sovrapposti e successivamente incollati e sagomati.L'adesivo utilizzato per l'assemblaggio dei cartoni è un collante a base proteica e la sua forza adesiva ha strappato il cartone. I problemi riguardano la mancanza di planarità, lacune ,un pessimo stato di conservazione dei bordi perimetrali, piegati e spanciati, molti fori dovuti all'utilizzo della chiodatura per vincolare il cartone al telaio. Il cartone attorno ai fori è scurito a causa della ruggine prodotta dall'ossidazione dei chiodi ed è sfogliato sia per la perdita di tenacità dovuta al degrado chimico sia a causa delle sollecitazioni fisiche meccaniche cui è stato sottoposto. Sono presenti attacchi biologici, resti di insetti e muffe tra la carta e la tela. Tale degrado, come precedentemente detto, è causato dalla polimatericità del Cartelame, caratterizzato dalla compresenza di materiali cellulosici diversi, sensibili quindi alle variazioni termoigrometriche in maniera disomogenea: ciò implica un diverso assorbimento dell' umidità da parte dei due materiali, le cui fibre si allungano e si restringono in modo differente. La carta, rispetto alla tela, presenta maggiore sensibilità al fenomeno di isteresi e dato che il

cartone assorbe più umidità, le fibre cellulosiche che lo costituiscono subiscono un maggiore allungamento che viene bloccato, però, dal supporto cellulosico tessile sottostante. Nel passato sono intervenuti con collanti di varia natura e cuciture a sopraggitto con spago volte ad unire i lembi di cartone spezzati. Alcune porzioni di scala sulla sinistra, in basso e al centro, precedentemente staccatesi, sono state riadese sistemando molti pezzi al contrario : soprattutto in corrispondenza della gamba sinistra della figura sui pioli vi sono evidenti sovrapposizioni di pezzi effettuate in maniera molto sommaria.

Strato pittorico

Lo strato pittorico è molto sottile ed il suo comportamento è strettamente correlato al supporto cartaceo, il cui cattivo stato di conservazione ha inevitabilmente condizionato la conservazione del colore steso con legante proteico su un disegno preparatorio, quest'ultimo visibile nelle zone di maggior sottigliezza e trasparenza del colore. Caratteristica evidente è l'esiguo spessore della pellicola pittorica, che spolvera leggermente sia per la natura del legante, sia per la ridotta quantità di utilizzo di quest'ultimo, sia per la capacità di assorbimento del cartone. Sono stati eseguiti interventi di ridipintura e di consolidamento inappropriati: si notano spessori e rigidità maggiori nelle zone interessate dalla presenza dell'adesivo sintetico vinilico , cosi come nelle zone dove è stato apportato, in spessori e quantità rilevanti, un legante proteico (in corrispondenza delle giunzioni dei cartoni).Numerose sono le lacune causate da danni meccanici che hanno provocato anche l'abrasione e l'asportazione di alcuni strati cartacei costituenti il supporto. Si rilevano anche molte gore di umidità.Si notano depositi organici (nidi di ragno, ragnatele, resti di insetti). E' presente una grande quantità di sporco e polvere depositatosi col tempo nelle irregolarità della superficie pittorica.

Analisi dei tessuti e degli agglomerati cartacei

Gli elementi costitutivi del cartelame sono stati quindi caratterizzati al fine di valutare le caratteristiche di costruzione e lo stato complessivo di degradazione dei differenti componenti.
Nell'insieme, le caratteristiche del tessuto impiegato nella costruzione dell'opera evidenziano un'armatura derivata dalla tela, costruita con filati binati di titolo estremamente variabile.
I parametri fisico-meccanici dei filati di ordito e trama (carico a rottura, tenacità) non sono risultati eccessivamente compromessi e concordano con i valori accertati del grado di polimerizzazione (cfr,Tabella 1).

	Tela non adesa	Tela adesa
Massa areica (g/m2)	610	610
Carico a rottura (g)		
Filati di ordito	561	601
Filati di trama	585	595
Allungamento a rottura (%)		
Filati di ordito	5.9	6.0
Filati di trama	5.8	5.8
Tenacità (g/tex)		
Filati di ordito	3.4	3.4
Filati di trama	3.4	3.3
Grado di polimerizzazione		
DPv	955	810

La tela, tessuta con filati di canapa, non risulta particolarmente degradata. Il grado di polimerizzazione (DP = 955) è relativamente elevato e quindi indice di una degradazione contenuta. La tela adesa (della stessa composizione fibrosa) presenta un valore non eccessivamente inferiore (DP_v=810). Questo risultato, porta a ritenere che, le sostanze estranee presenti sulla tela non hanno provocato ulteriori e significative depolimerizzazioni della cellulosa.
La microscopia ottica, unitamente al risultato dell'esame spettrofotometrico infrarosso, IR, rivelano che la natura di queste sostanze estranee è a base amidacea (presumibilmente con funzione di collante).
Il materiale dall'aspetto cartaceo, sul quale è stata stesa la pellicola pittorica, è costituito da un agglomerato di materiale fibroso, la cui origine è piuttosto variabile; sono presenti infatti fibre cellulosiche e in alcuni punti, anche fibre proteiche (lana) oltre che pigmenti colorati.
In questi agglomerati la componente rilevante è in ogni caso la fibra liberiana (soprattutto canapa ma anche lino). Sono presenti tuttavia in quantità minori anche altre fibre, come cotone e paglia.
Gli agglomerati appaiono "assemblati" mediante pressione e in alcune punti, sono state rilevate sostanze estranee a base amidacea.

Per quanto riguarda l'aspetto degradativo, le fibre liberiane (canapa, lino..) sono risultate più degradate rispetto alla tela e sono caratterizzate da valori di grado di polimerizzazione decisamente inferiore ($DP_v \approx 510$). La depolimerizzazione è evidenziata anche all'esame microscopico ottico, dalla presenza di sfibrillature e attacchi di muffe.
Le caratteristiche morfologiche dei materiali prelevati in diversi punti dell'opera, sono state evidenziate dalla microscopia ottica, stereoscopica e microscopia elettronica (SEM), come mostrato nelle immagini seguenti.

- "Cartone" figura con turbante: agglomerato con fibre tinte in azzurro

L'agglomerato è costituito da una miscela di fibre vegetali prevalentemen te da lino, canapa e cotone.
Si osservano anche tracce di materiale vegetale non identificabile (probabilmente paglie) e di fibre di lana, oltre a materiale estraneo (pigmenti colorati).

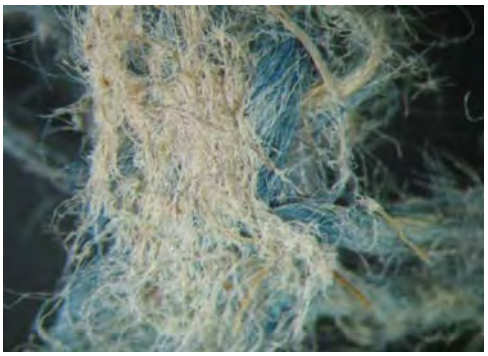


Figura 3. Aspetto dell'agglomerato

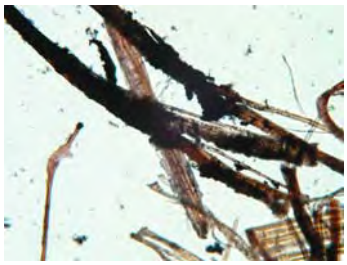


Figura 4. fibre di lino con sostanze estranee

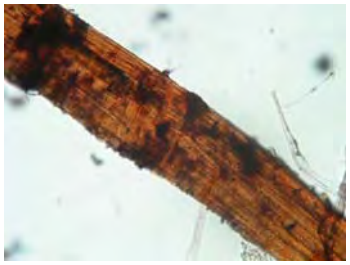


Figura 5. particolare di fibra canapa

- "Cartone" perimetrale: agglomerato di fibre non colorate

Fibre di canapa, lino e di altro materiale fibroso vegetale non identificato.Non si osserva la presenza di materiale estraneo.
Le fibre di canapa appaiono degradate per una evidente sfibrillatura.

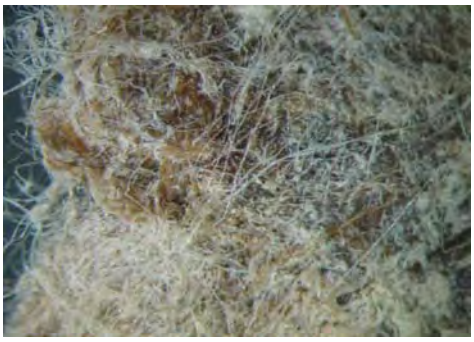


Figura 6. Aspetto superficiale dell'agglomerato

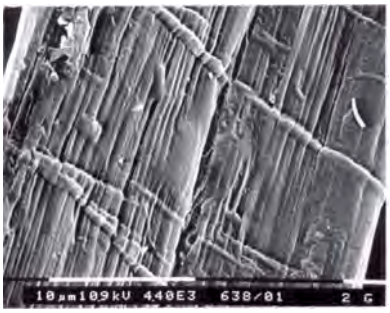


Figura 7. particolare di fibre di canapa
(Esame SEM) (4400X)

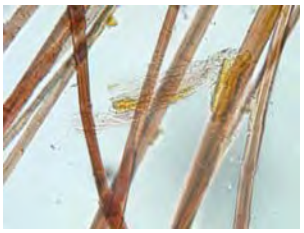


Figura 8. fibre di lino degradato

- "Cartone" perimetrale figura con turbante: agglomerato di fibre non colorate

Fibre di canapa evidentemente sfibrillate, fibre di lino, fibre di cotone in tracce e di altro materiale vegetale non identificato.
Si osserva la presenza di materiale estraneo incrostante di probabile origine amidacea.



Figura 9 . Aspetto superficiale dell'agglomerato

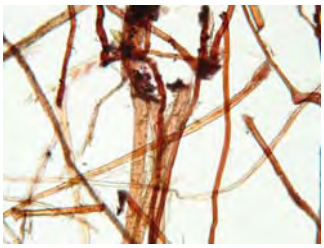


Figura 10. 10x fibre liberiane e di cotone

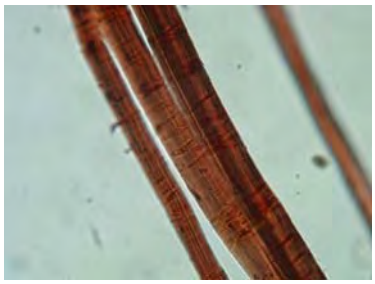


Figura 11. 25 x fascio di fibre di canapa

Infine, le parti sovrammesse sono costituite da manufatti in cartone pressato a più strati, di origine presumibilmente recente: ciò si rileva dalle caratteristiche di costruzione e dalla composizione fibrosa (paste chimiche e meccaniche, bianchite e gregge di conifera e latifoglia)

Sezioni lucide



Figura 12. L'analisi mostra la presenza di smaltino con carbonato basico di piombo, il legante è di natura proteica

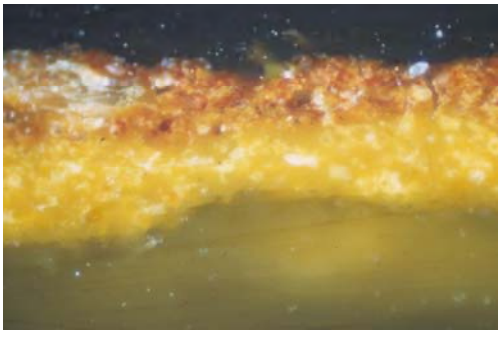


Figura 13. Il pigmento risulta costituito da ocre gialle , rosse e da solfuro di mercurio in presenza di carbonato basico di piombo, il legante è di natura proteica

Le analisi hanno evidenziato che i pigmenti sono stati stesi direttamente sul supporto.Il legante individuato è di natura proteica.I pigmenti individuati sono: biacca, smaltino, ocre rosse, gialle, verdi e brune con presenza di ossido di manganese; si è inoltre rilevato nelle campiture rosse la presenza di solfuro di mercurio.

Il restauro

In considerazione delle necessità storiche, estetiche e conservative del cartelame, si è deciso di mantenere sia la tela originale sia la struttura portante, ma esclusivamente con valenza estetica e perciò senza ricoprire nessuna funzione strutturale, a causa del loro stato di conservazione estremamente precario. Il Cartelame è stato quindi separato in tutte le sue componenti e si è inserita una lamina di vetroresina, molto sottile, fra la tela originale e il cartone: sarà questa a costituire l'elemento portante, ma invisibile , della struttura definitiva, struttura che non altererà assolutamente la fruizione originale.Tra la lamina di vetroresina e il cartelame è stato previsto uno strato di sacrificio, realizzato in tessuto non tessuto , che segue anch'esso la sagoma dell'opera.

La rimozione dei materiali estranei dal recto

Le gore e lo sporco superficiale sono stati rimossi meccanicamente con bisturi, pinzette, gomma pane spagnola milan , whishab in polvere e pennelli , mentre per i residui di collante proteico sono state usate miscele di acqua e ammoniaca e per quelle con presenza di adesivo sintetico si è utilizzato l'acetone. Sono state asportate ancora meccanicamente toppe e cuciture.

Il consolidamento preliminare

I consolidamenti localizzati nelle zone con presenza di scaglie così come la riadesione delle giunzioni staccate tra i cartoni e dei bordi delle sagome hanno visto l'utilizzo di Plextol B500 –per i distacchi più consistenti – e di Gelvatol per le parti più delicate. **[1]**

Lo svincolo dalla struttura lignea

L'opera è stata svincolata dal suo "telaio" e tutti gli elementi di quest'ultimo sono stati separati e catalogati.



Figura 14 . il verso del cartelame dopo l'asportazione della struttura lignea

I trattamenti al telaio

Tutte le componenti sono state pulite e trattate con Permetar

La rimozione della tela dal cartone

A questo punto si è asportato il supporto cellulosico tessile : nei punti in cui vi era la presenza solo di collante proteico si è operato con acqua e ammoniaca , mentre nelle zone che presentavano anche collante sintetico la superficie della tela è stata inumidita con acetone in modo da permettere il parziale rigonfiamento dell'adesivo. Durante la "sfoderatura"si è operato in modo da mantenere intatta la tela perché essa è stata riadesa alla struttura finale.




Figure 15 e 16. La rimozione della tela dal cartone

I trattamenti alla tela

La tela è stata pulita, trattata con acqua e desogen, consolidata. Nelle zone dove originariamente si trovavano delle toppe sono stati eseguiti degli inserti utilizzando pezzi di tela originale.

Il riposizionamento delle porzioni di cartone staccato (scala e ricostruzione piede)

Si è poi effettuato il riposizionamento delle porzioni di cartone staccate e adese in posizioni non originali. Questa operazione è stata necessaria in particolare sul lato perimetrale sinistro (scala) in quanto le parti danneggiate e staccatesi nel tempo erano state riattaccate in modo approssimativo: si è recuperata così la corretta collocazione in particolare della gamba e del piede della figura di sinistra.




Figure 17 e 18. la fase di smembramento e ricostruzione della scala e della figura su di essa

La pulitura dei cartoni

Durante la rimozione della tela abbiamo scoperto, nella parte inferiore destra, la firma dell'artista. Rimossa tutta la tela, si è pulita a bisturi la superficie del cartone dai residui di adesivo proteico e vinilico.




Figure 19 e 20. la firma dell'artista e la fase di pulitura del cartone

L'appianamento

è stata eseguita una umidificazione indiretta del cartone per appianare le deformazioni (con tessuto non tessuto in poliestere sintetico (TNT 80) spruzzato di acqua demineralizzata e Goretex. **[2]**
Si è scelto di sfruttare la naturale sensibilità del cartone all'acqua. L'opera è stata esposta ad un cambiamento di umidità relativa del micro-ambiente e non ad una esposizione diretta. Questo trattamento è stato eseguito per fasi successive.

Il consolidamento dei cartoni

Le zone più critiche sono situate soprattutto lungo i bordi perimetrali e in corrispondenza dei ritagli della sagoma, a causa di un degrado essenzialmente di tipo meccanico. Il consolidamento localizzato è stato realizzato con materiali e concentrazioni differenziati. Gli adesivi impiegati sono il Gelvatol o il PlextolB 500. Dal verso si sono anche riadese le giunzioni staccate tra i cartoni.

Realizzazione della DIMA dell'opera recuperata

Dopo l'intervento di appianamento con l'umidificazione indiretta e il ricollocamento di alcune porzioni è stata recuperata la dimensione originale dell'opera. Si è, quindi, proceduto alla realizzazione di una dima su melinex, seguendo il perimetro dell'opera e i vuoti interni e segnando tutte le pezzature del cartone nel loro corretto ricollocamento definitivo

Ingombro della struttura lignea sulla vetroresina

Sul pannello unico in vetroresina di 1 mm circa di spessore, incolore, si sono prima di tutto riportare le corrette posizioni delle assi del telaio





Figure 21 e 22. Dima della struttura lignea sul vetroresina

L'adesione della tela al vetroresina dal verso

Sul verso della lamina di vetroresina è poi stata fatta aderire la tela originale, ritagliata ed asportata nelle zone in cui poi torneranno ad essere adese le assi originali del telaio (qui il vetroresina rimane a vista fino all'adesione delle assi del telaio) con Plextol B500 t.q. montato con toluolo al 4% e caricato di pigmenti per renderlo più simile al colore della tela.



Figura 23. adesione della tela alla vetroresina solo in corrispondenza dei vuoti della struttura lignea

La stratificazione del Sandwich dal recto

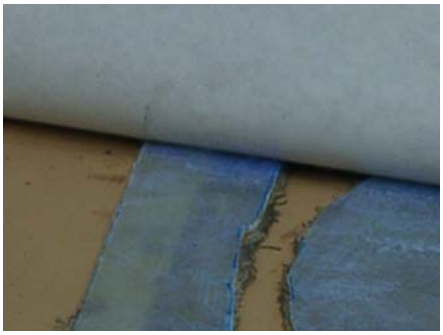


Figura 24. adesione del TNT sul recto del vetroresina

A questo punto la lamina di vetroresina è stata capovolta e si è proceduto all'adesione dello strato di sacrificio in TNT 80. L'adesione è stata realizzata con Plextol B500 t.q. montato con toluolo al 4%.

L'adesione finale del cartelame
Il Plextol montato con toluolo è stato infine steso a pennello ed è stato fatto combaciare il cartelame al TNT già adeso al pannello di vetroresina. A collocazione compiuta il cartelame è stato coperto con velina libere e melinex per poi essere messo sotto peso e lasciato in questa condizione per circa 36 ore.

Stuccature e ritocco
Le lacune di supporto sono state colmate con polpa di cellulosa con aggiunta di metilcellulosa. Come ultima fase, l'intervento di reintegrazione pittorica è stata eseguita con materiali diversificati: pastelli, acquarelli , pigmenti pressati a seconda della zona e delle esigenze estetiche.





Figure 25 e 26. particolare prima e dopo la ricostruzione del piede





Figure 27 e 28. finale del particolare ricostruito a luce radente e diffusa

La riadesione finale della struttura lignea

Come ultima operazione si è proceduto alla riadesione delle assi del telaio originale alla vetroresina con resina epossidica caricata con fibre di vetro applicata direttamente sulla lamina in corrispondenza degli spazi lasciati in precedenza liberi dalla tela.



Figura 29. La successione degli strati a restauro ultimato

Conclusioni Tecniche E Deontologiche

Abbiamo definito questo restauro come "polimaterico" in quanto si è scelto di utilizzare strutture totalmente estranee all'opera sia come funzione sia come costituzione. Si è eseguito un intervento drastico di separazione di tutte le componenti originali e la riproposizione delle stesse con aggiunta di materiali di supporto di composizione sintetica (dalla durabilità e dalle caratteristiche prestazionali desiderate) la cui presenza non è peraltro riconoscibile.
Gli interventi affrontati sul "telaio"sono stati di ordine puramente conservativo così come per la tela che è stata riposizionata *apparentemente* secondo la struttura originaria. Per "*apparentemente*" si intende che tutte le componenti dell'opera sono state letteralmente separate fra di loro, trattate singolarmente e poi ricongiunte inserendo all'interno della stratificazione originaria una sottilissima lamina di vetro resina che ha fornito sostegno all'opera, ma che allo stesso tempo è rimasta totalmente invisibile a lavoro ultimato. La separazione fra le parti ha consentito la scoperta della firma dell'artista, che è stata debitamente documentata prima del

ricongiungimento delle componenti. Tutte le componenti sono ancora separabili,se necessario, in quanto il restauro ha rispettato i principi della reversibilità dell'intervento e della asportabilità dei polimeri di sintesi impiegati.

Ringraziamenti

Si ringraziano: Domenico Baldini per la realizzazione del grafico sulla successione degli strati nel sandwich e Celio berti per le riprese fotografiche iniziali e finali dell'opera.

NOTE

[1] Tutti gli interventi, la scelta dei materiali da utilizzarsi e la metodologia del loro impiego sono sempre decisi, presso la scuola di Botticino, in base ad una serie di *"parametri di valutazione"* che sono stati identificati per un migliore confronto e per una migliore motivazione delle scelte. Cfr. Scicolone G. , *"Il restauro contemporaneo"*, in "*Kermes*", Nardini Editrice, Firenze, N.50, aprile-giugno 2003
[2] In questo caso non si è ricorsi al metodo della "scacchiera olandese" (all'inizio così definita , per gioco, avendola l'autrice ideata per un intervento effettuato nel 1982 presso il Rijksmuseum di Amsterdam) per le particolari caratteristiche del cartone in oggetto.

BIBLIOGRAFIA

1. Boggero F., "*Uno dei pochi "cartelami" autentica rarità dei Sepolcri "*, in "*Secolo XIX*", 21 aprile 2000
2. Scicolone G. , *"Il restauro contemporaneo"*, in "*Kermes*", Nardini Editrice, Firenze, N.50, aprile-giugno 2003

INTERVISTE E INTERRELAZIONI CON GLI ARTISTI AI FINI DELLA DEFINIZIONE DI STANDARD CONSERVATIVI

Antonio Rava*, Marina Pugliese, Barbara Ferriani *****

* restauratore, Rava e C. srl, Via Castiglione 6 bis/4 10132 Torino, 0118193739, ravaec@ipsnet.it
** conservatore per l'arte contemporanea, Civiche raccolte d'arte di Milano, Piazza Castello, Milano, 0288463782, marina.pugliese@comune.milano.it
*** restauratrice, Barbara Ferriani srl, Via Vettabia 1, 20122 Milano, 0258328511, barbaraferriani@virglio.it

Le interviste agli artisti
Antonio Rava

La corretta metodologia per intervistare gli artisti, reputata fondamentale per la trasmissione di conoscenze ai professionisti del restauro che devono garantire la durata delle opere d'arte contemporanea, è stata progressivamente messa a punto in un progetto europeo Raffaello gestito dall'ICN di Amsterdam (Istituto Olandese di Conservazione) e dalla Tate Gallery, che insieme a numerose altre istituzioni (tra cui la Galleria d'Arte Moderna di Torino) ha portato alla formulazione del progetto INCCA (Rete Internazionale per la conservazione dell'Arte Contemporanea) che sta attualmente sviluppandosi in tutto il mondo con risultati importanti per curatori, galleristi, storici, assistenti, allestitori e restauratori che non hanno potuto conoscere direttamente gli artisti e hanno necessità di notizie di prima mano per la gestione delle loro opere.
L'intervista agli artisti è stata utilizzata a più riprese da laboratori e centri di ricerca sul restauro del contemporaneo, come quello di Heinz Althofer a Dusseldorf a partire dal 1978[1] attraverso la diffusione di un questionario a cui gli artisti rispondevano illustrando i supporti, le preparazioni, le tecniche di applicazione del colore, le finiture e le indicazioni per eventuali restauri e manutenzioni future.
E' stato presto evidente che gli artisti sceglievano i materiali costitutivi delle opere non in base alla loro durevolezza ma per le potenzialità di esprimere le loro idee e poetica.
Sono stati attratti perciò da determinare caratteristiche che li ispiravano compreso il degrado e l'alterazione, che spesso veniva accolta nell'opera conferendo insostituibile contributo e significato. In questo contesto il restauratore ha dovuto tener conto delle scelte programmatiche dell'artista ed operare con cautela senza contraddire volontà precise che appaiono ben evidenziate quando si raccolgono le testimonianze dirette.
Alcune ricerche furono condotte a Dresda da Ivo Mohrmann nel 1988 e da Katrin Meyer Huber[2] nel 1990, predisponendo questionari a cui gli artisti risposero relativamente al riconoscimento e all'accettazione dei cambiamenti sopravvenuti ai lavori per via dell'invecchiamento, un tema che fu sondato anche nelle campagne di interviste condotte in Svizzera da Emil Bosshard[3] e Wilhelm Stebler[4] dell' "Atelier di conservazione e restauro" di Friburgo.
Un lavoro pionieristico fu quello di Erich Ganzert Castrillo, l'iniziatore del progetto di Weisbaden in cui fu raccolta una documentazione tecnica vasta e dettagliata sul lavoro degli artisti tedeschi, pubblicando interamente il materiale prodotto dai questionari a cui risposero centinaia di artisti[5].
Cornelia Weyer e Gunnar Heydenreich, attuali direttore e conservatore del centro di restauro di Düsseldorf hanno successivamente sviluppato il tema, riconoscendo l'importanza della raccolta di dati sugli sviluppi generali e sulle caratteristiche specifiche del lavoro dei diversi artisti, e di poter utilizzare i dati anche a distanza di tempo per operazioni di restauro. Per le future necessità di informazione hanno preparato inoltre una lista di richieste specifiche da effettuare quando si ponga l'evenienza di un'intervista con un artista[6].
Gli orientamenti più recenti indirizzano l'intervistatore verso un dialogo con l'artista piuttosto che una semplice risposta alle domande di un questionario, facendo appello principalmente all'interesse degli artisti per la salvaguardia dell'autenticità delle loro opere, in funzione della specificità di informazioni che possano essere utilizzate in futuro.
Joyce Hill Stoner del centro Ralph Mayer di documentazione delle tecniche degli artisti dell'Università del Delaware negli Stati Uniti, ha prodotto a partire dall'inizio degli anni '80 una schedatura di tecniche di esecuzione di opere d'arte contemporanee, con interviste dirette agli artisti per la conservazione delle opere, con particolare riferimento alle alterazioni dei materiali dovute all'invecchiamento[7].
Carol Mancusi Ungaro ha sviluppato a partire dal 1990 presso la collezione Menil a Houston, Texas,una ricerca basata sulla documentazione dell'intento artistico ottenuta attraverso e dialoghi con gli artisti[8] .
Le risposte degli artisti contengono importanti informazioni sull'attitudine verso i materiali, sulla loro probabile durata, sui futuri interventi. L'intervista filmata diventa ancor più significativa, offrendo un riferimento concreto ad ogni affermazione, potendo mostrare le fasi di realizzazione dell'opera d'arte, da utilizzare come riferimento al momento di futuri trattamenti di restauro.

Alcuni artisti non sono per nulla interessati al restauro. Rispondono, ad esempio, che non è il loro problema preservare le opere. In alcuni casi emerge prepotentemente l’intento di temporaneità, decadimento, disgregazione dei materiali con cui l’opera è stata concepita.
Al momento del restauro c’è però la necessità di conservare il manufatto, a seconda delle diverse professionalità: il curatore esige un criterio documentario dell’opera per preservarne la memoria, l’istituzione deve investire sulla conservazione, perché si è già esposta nell’acquisto e deve rendere conto ad una amministrazione, il restauratore ha il compito di trovare metodi e accorgimenti per prolungare la vita dell’opera.
Molti artisti, fortunatamente, si esprimono però chiaramente sulla conservazione delle loro opere, definendo se devono essere trattate o meno, con quali materiali, e fino a che punto.
Le informazioni che provengono dalla ricerca scientifica sui materiali e le informazioni storico-artistiche si affiancano poi in maniera altrettanto importante e possono essere interpretate con sicurezza proprio dal confronto con gli artisti viventi, sulla base di una documentazione completa, basata anche sulle fotografie dello stato originario delle opere e sui cambiamenti che sono avvenuti nel tempo, nel corso di trasporti, restauri, riallestimenti, per via di danni, restauri e trasformazioni apportate dall’artista stesso.
I dati ottenuti dalla ricerca scientifica possono quindi essere confrontati con altre informazioni dirette ed indirette, e possono essere discussi con gli artisti stessi, che possono aver dimenticato alcuni passaggi del loro lavoro.
Nell’ambito i corsi attivati presso il Castello di Rivoli nel 1990 e 1991 per la formazione di tecnici addetti alla manutenzione di opere d’arte contemporanea**[1]**, si è svolta una serie di incontri con artisti che ha mostrato una potenzialità inaspettata di intensa comunicazione e di avanzamento della mutue conoscenze sulla conservazione delle opere. E’ stata privilegiata raccolta di esperienze raccontate a viva voce, con visite agli studi e assistenza al montaggio, trasporto e immagazzinamento delle opere. Il lavoro svolto ha avuto sviluppi con la pubblicazione negli atti del convegno di Prato di alcune delle interviste, segnalandone tempestivamente l’importanza per la conservazione, e nella partecipazione alla raccolta dati da parte della Galleria d’Arte Moderna di Torino al progetto INCCA con una base di lavoro svolto negli anni.
Le indicazioni messe a punto dal progetto INCCA costituiscono vere e proprie linee – guida per realizzare correttamente le interviste agli artisti, archiviando materiale utile alla conservazione futura del loro lavoro.
Risulta fondamentale indirizzare la raccolta di informazioni sulla poetica del lavoro, sui significati profondi del pensiero dell’artista, indagando sull’appropriato inserimento in una valutazione critica e verificando se l’artista accetta la percezione della sua opera come è stata comunemente interpretata dal mondo dell’arte.
Le informazioni che scaturiscono dalle risposte costituiscono un materiale inedito per la conoscenza del lavoro dell’artista e rappresentano la sua visione, il suo giudizio sulla collocazione del suo lavoro, definendo quindi le aree di influenza in rapporto con gli artisti con cui è legato e da cui è influenzato. Fondamentale novità è la somma di informazioni tecniche che l’artista fornisce, rispondendo alle domande sulla qualità dei materiali impiegati, sui procedimenti di lavorazione, sull’effettivo scambio di informazioni tra artisti tra di loro collegati, sull’intero processo di realizzazione artistica.
Ci si può infine orientare sulle relazioni tra l’artista e i suoi referenti: i galleristi, i collezionisti, i direttori di Musei e Fondazioni, i critici, gli artisti amici, allo scopo di collocare geograficamente il suo lavoro e i riconoscimenti che ha raccolto indagando su chi sono i galleristi presso cui espone e i collezionisti che acquistano le sue opere, in quali musei o fondazioni sono esposte, e quali sono le mostre a cui ha partecipato.
Da queste domande scaturiscono richieste sulle intenzioni e sulle scelte personali dell’artista nei confronti della conservazione delle opere, anche in relazione all’allestimento: come vuole ogni volta che le sue opere vengano esposte e quali sono gli aspetti dell’ allestimento che andrebbero evitati.
Nell’intervista si descrive l’iter, il processo di lavoro dell’artista: la scelta di un materiale come processualità di una lavorazione, se ha un significato preciso, dove viene acquistato normalmente, se è stato sostituito con qualcos’altro e perché, quali sono, se ci sono, i nuovi materiali a cui si sta rivolgendo, e si indagano i problemi legati all’impiego di particolari materie per difficoltà di conservazione e reattività.
L’intervista conduce direttamente al lavoro di restauro delle opere e alla possibilità di analizzarne con l’artista i criteri. Si appura quali sono i restauratori che intervengono usualmente sulla sua opera, quali interventi di restauro sono stati compiuti in passato e in quale misura sono stati apprezzati gli esiti. Dalle risposte è possibile desumere il panorama entro cui si colloca il lavoro di restauro, se solo uno è il restauratore dell’ opera di un artista, con quali altri restauratori si confronta, o comunque con quali altri partecipa al globale lavoro di manutenzione del suo “corpus” pittorico ed espressivo.
L’intervista filmata e registrata costituisce l’esatto, anche se contingente, statuto finale dell’artista, a memoria e affermazione delle scelte e delle intenzioni che l’artista ha inteso dichiarare sul suo lavoro, sul suo pensiero artistico, sui modi di allestimento, sui rapporti con il mondo artistico e con i referenti critici, galleristi, collezionisti, direttori di musei, fondazioni.
Le interviste hanno assunto una importanza particolare nell'impostazione delle politiche di conservazione, come per l'esperienza diretta di Antonio Rava con l’artista Anselm Kiefer e Carol Rama ad esempio, con cui sono state concordate direttamente le procedure per il restauro e la conservazione delle opere.

Riportiamo l’intervista realizzata da Antonio Rava ad Anselm Kiefer che ha prodotto significative applicazioni nel restauro e nell’allestimento di opere in diverse istituzioni negli ultimi anni.
Dal contatto sviluppato in anni per motivi di trasporto, manutenzioni e restauri è scaturita infatti la necessità di esaminare i materiali di cui sono composte le opere, con una visita allo studio di Barjac in Francia dove l’artista ha accettato di svelare conoscenze preziose per gli interventi cruciali nella conservazione del suo lavoro.

Domanda: Già dalle mostre dei primi anni ’80 in America, quando la sua pittura è emersa sul mercato mondiale, le preoccupazioni sulla durabilità delle sue opere sono state tante. Come spiega lei l’atteggiamento tranquillo che ha sempre tenuto in questi anni riguardo al problema?

A.Kiefer: Il mio lavoro è solo apparentemente fragile ma è molto durevole nella realtà. Non si può così facilmente danneggiare nè tantomeno distruggere perché ho preso bene in considerazione il problema e realizzo le opere con un metodo ben codificato.

Innanzitutto la deperibilità degli elementi vegetali – paglia, girasoli, spighe di grano – è un falso problema perché gli elementi cellulosici sono piuttosto durevoli e non si sbriciolano così facilmente. Ma se avviene per ragioni traumatiche – cosa sempre possibile non c’è difficoltà a sostituirli. Negli anni ho raccolto un archivio molto vasto dove sono conservati elementi dei miei quadri (rose secche, ad esempio, ed ogni tipo di piante utilizzate) che posso senza problemi consegnare ai restauratori delle mie opere. Si tratta di elementi per così dire seriali, dove l’unicità del fiore seccato o della spiga non è assolutamente contemplata per cui si potrà in futuro indefinitamente sostituire tutto ciò che si altererà o verrà perso. Per quanto riguarda la pittura su tela che io produco ho messo a punto un metodo di applicazione molto consistente e durevole che viene sottoposto ad una vera stagionatura di lungo tempo (anche due anni) all’esposizione all’aria aperta, dove gli impasti oleosi possono asciugare perfettamente, le piccole parti non ben aderite staccarsi spontaneamente in un processo di decantazione molto importante non solo per la durata dell’opera che in qualche modo viene così testata, ma per il mio lavoro stesso che acquista qualità e valenze cromatiche speciali dopo questa prova di sopravvivenza. Quando mi risulta necessario realizzare una piccola riparazione uso sempre silicone e cenere, perché il silicone è un adesivo forte e materico che sutura facilmente e ha buona durata (soltanto un po’ di restringimento e contrazione nel tempo) mentre la cenere che rimane attaccata al silicone è il materiale più compatibile alla reintegrazione dei miei lavori, molto meglio di qualsiasi colore ad olio o a tempere o acquerello.

Tutti gli elementi vegetali aggiunti, oltre agli oggetti di vario genere che compongono le mie opere, sono attaccati con silicone, oltre a filo metallico quando necessario, e possono essere tolti e rimessi a volontà incidendo il silicone e poi riapplicandolo per garantire l’adesività. In questo modo i dipinti possono essere arrotolati, piegati, trasportati in modo molto più facile.

La tecnica di esecuzione della pittura vera e propria è una emulsione di colori ad olio in una pasta cellulosica che viene preparata con lavoro artigianale nel laboratorio (utilizziamo l’ “emulgator” per creare l’emulsione) applicandola poi a grandi spessori sulle tele di supporto (di grande formato a doppia trama di canapa e lino) e lasciando che asciughi per almeno un anno. La superficie acquista così quelle valenze di crettature e sfogliamenti tipiche dei miei dipinti che sono il substrato ideale per l’applicazione di colore (sempre ad olio di marca “Sckminke) che viene dipinto con un’attitudine più a “velatura” che di stesura di materia consistente. L’impasto visibile di uno spessore di più centimetri è perciò sempre quello della preparazione, più che quello pittorico.

Dopo che il dipinto è completato, e ci vogliono spesso alcuni mesi perché la mia produzione non è così veloce, viene esposto agli agenti atmosferici per due anni per decantare ed acquisire tutte le valenze estetiche dell’invecchiamento, prima di spedirlo a mostre e collezionisti.

Anche la cenere che utilizzo molto sui miei dipinti non è così evanescente come può sembrare, perché si dilava quanto basta ma rimane in realtà ben attaccata alla parte siliconata o ad olio della composizione e può sempre essere reintegrata. Le mie opere spesso sono di carta, su supporti rigidi (pannelli di legno) o su strati di metallo, ma l’utilizzo della cenere è uguale per tutte e il sistema di integrarla non creerà mai problemi. Le ceneri che uso sono sempre di combustioni vegetali (legno, paglia e carta) e possono facilmente essere reintegrate.

Per quanto riguarda gli attacchi biologici ho constatato che spesso le parti vegetali vengono attaccate da animaletti e perciò vanno sostituite, ma si può evitarlo mettendo le opere in ambienti sani, senza umidità e soprattutto condensa.

E’ per questo che non intendo mettere sotto vetro o plexiglas le opere perché spesso si rivela controproducente con fenomeni di microclima e sviluppo di attacchi biologici a danno delle materie pittoriche.

A questo proposito io ritengo che il lavoro di un artista vivente non debba essere inscatolato e protetto come in una bara, perché altrimenti lo si fa morire precocemente.

Sono troppo simili ai sarcofagi quelle protezioni che vedo messe a protezione di opere moderne e contemporanee e che tolgono tutta la poesia all’opera.

Domanda: Può dirci come si montano i suoi dipinti, e se ci sono prescrizioni precise per ciascun pezzo?

A. Kiefer: No, io ritengo che l'allestimento sia ogni volta diverso e che vada realizzato a buon senso e buon gusto principalmente. Non si può prescrivere di appendere i dipinti sempre alla stessa altezza o distanza. È perciò necessario che sia io a vedere il momento preciso dell'allestimento o qualcuno che mi conosce bene. Tutto dipende dall'ambiente, dalla superficie di supporto, dalla luce ad esempio.

Domanda: Nel caso di un dipinto da ricostruire perché il danno l'ha sfigurato gravemente, che pensa di fare? Si può ripetere il lavoro?

A. Kiefer: No, non è possibile, se è rovinato non posso rifarlo. È un'opera perduta. Ma ciò si riferisce a gravi danni, non al fatto che ci sia un taglio o un buco nella tela. È difficile che avvenga una catastrofe di questo tipo, perché il mio lavoro è molto forte: il colore è spesso ben aderente, la tela è forte e regge bene e il telaio è di buona qualità. Forse le opere su carta sono le più delicate ma il fenomeno di integrazione con cenere è molto utile e risolve tanti problemi in modo molto interessante.

Domanda: Si possono utilizzare anche materiali simili a quelli originali per reintegrare le opere, a scelta del restauratore o del curatore?

A. Kiefer: No, io ho creato un archivio così vasto anche per questa ragione e posso essere sempre chiamato per mandare all'operatore tutto quello di cui ha bisogno nel momento del restauro. È importante rifarsi ad un archivio originale perché io utilizzo tutto il materiale prelevato direttamente dal territorio circostante il mio laboratorio, terra e piante e ceneri e sabbia, e quindi è meglio che siano sempre della stessa provenienza. Ho anche raccolto ceneri e terre vulcaniche in tutto il mondo e le ho catalogate e le uso per la mia ispirazione. Ho anche raccolto pelli di serpenti, peli di animali e molti frammenti di legno, carta, erbe. Molte cose sono state portate dal mio studio precedente, altre sono state raccolte qui in quasi dieci anni. Tutto è etichettato per mantenere la memoria di ciò che è stato raccolto e catalogato.

Domanda: Per quanto riguarda le opere recenti denominate "Donne dell'Antichità" com'è la tecnica di realizzazione? Perchè a molti collezionisti sono sembrate particolarmente delicate e difficili da trattare?.

A. Kiefer: Anche in questo caso ho raccolto molto materiale, anche nel caso servano delle sostituzioni.

In primo luogo vestiti vecchi, tessuti, nastri e ricami che vengono posti su di un supporto in schiuma poliuretanica che va modellato appositamente (è il mio assistente che lo fa normalmente) poi tutto viene indurito e imbevuto nel gesso e diventa scultura che verrà realizzata con ogni tipo di materiale, dalle fascine ai rovi, al filo metallico, alla fotografia.

Ho un archivio molto vasto di migliaia di negativi e la fotografia è per me fonte insostituibile di invenzione e anche motivo formale applicato all'opera. Ad esempio quel dipinto è tratto da una foto del ".Palazzo delle Poste" di Napoli che mi è particolarmente piaciuto.

Poi creo disegni preparatori (un archivio di stampe in nero e seppia su carta di grandi dimensioni) mentre il disegno delle forme lo tratteggio direttamente sul quadro preparato con la tecnica che ho descritto precedentemente. È un processo lungo, che mi prende per anni e che fa sì che la mia produzione sia piuttosto limitata. Ho assistenti che mi danno un grande aiuto, anche per piccoli lavori di restauro e per la movimentazione delle opere, per i momenti di allestimento e trasporto più delicati.

Ho realizzato recentemente alcune opere inamovibili, che sono delle installazioni permanenti collocate nel territorio circostante il mio laboratorio, come un museo personale.

Le interviste agli artisti in collezione delle Civiche Raccolte d'Arte - Museo del Novecento
Marina Pugliese

In Italia il Progetto Raffaello è stato avviato nel 2003 dall'autrice di queste note, in collaborazione con Giuseppe Basile dell'Istituto Centrale del Restauro di Roma e Bianca Silvia Tosatti del Dipartimento di Storia delle Arti, della Musica e dello Spettacolo dell'Università degli Studi di Milano.

L'iniziativa mira all'acquisizione del maggior numero possibile di dati e informazioni riguardanti opere eseguite da artisti viventi e ha come obiettivo la formazione di una banca-dati, consultabile on-line, che metta a disposizione degli operatori notizie di prima mano circa le tecniche esecutive degli artisti presi in considerazione, specialmente in vista della loro conservazione, raccolte a mezzo di interviste dirette, specificamente e appositamente messe a punto.

Il progetto-pilota prevede l'assegnazione di tesi di laurea in Lettere Moderne prima e in Scienze dei Beni Culturali poi, presso la Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università degli Studi di Milano su artisti italiani molto significativi, rappresentati da almeno un'opera conservata presso le Civiche Raccolte d'Arte di Milano - Museo del Novecento. Agli studenti viene richiesto un approfondimento sia storico sia tecnico sull'artista scelto e quindi un'analisi dettagliata dell'opera conservata presso il museo, svolta con l'ausilio del conservatore e di

restauratori. In ultimo viene formulata ed effettuata l'intervista all'artista, che completa e arricchisce lo studio. Le opere prese in considerazione coprono una vasta casistica di tecniche, spaziando da quelle tradizionali come olio, tempera e acquerello su tele, tavole e carte, a collages, acrilici e smalti, a varie tecniche miste aventi a supporto metalli, gesso, materiali lapidei, fino al video e alle installazioni.
A tutt'oggi sono state concluse tesi e interviste su Carla Accardi, Valerio Adami, Giuseppe Ajmone, Stefano Arienti, Enrico Baj, Arturo Carmassi, Enrico Castellani, Loris Cecchini, Joe Colombo, Roberto Cuoghi, Dadamaino, Sergio Dangelo, Piero Dorazio, Chiara Dynis, Paolo Icaro, Jannis Kounellis, Maurizio Nannucci, Nunzio, Luigi Mainolfi, Carlo Maria Mariani, Gino Marotta, Giulio Paolini, Michelangelo Pistoletto, Concetto Pozzati, Giuseppe Spagnulo, Grazia Toderi, Emilio Vedova, Gilberto Zorio.**[2]**

Agli artisti vengono poste domande circostanziate riguardanti le loro tecniche e la personale concezione in tema di conservazione. Il valore attribuito alla materia come mezzo espressivo è fondamentale sia per una corretta lettura estetica dell'opera, sia per definire se questa necessita di intervento conservativo o, eventualmente, se le parti degradate possono essere sostituite. Le risposte degli artisti offrono interessanti spunti sulla questione, evidenziando orientamenti differenti sia rispetto al materiale, sia rispetto all'invecchiamento dell'opera e quindi all'accettazione o meno dell'intervento conservativo.
Per Michelangelo Pistoletto: "L'aspetto tecnico è primario in quanto i materiali che adopero sono loro stessi funzionali alla fenomenologia che è prodotta nei quadri. Quindi il materiale è lui stesso produttore di effetto". **[3]**
Secondo Stefano Arienti: "L'aspetto tecnico-esecutivo conta moltissimo. Ci sono delle mie opere che vengono chiamate col nome del materiale di cui sono composte. Io stesso chiamo le opere fatte con il polistirolo i "polistiroli", quelle di pongo i "pongo". Evidentemente c'è qualcosa attorno al rapporto materiale-significato."**[4]**
L'invecchiamento viene in linea di massima accettato nei suoi segni costitutivi più frequenti, dall'ingiallimento delle superfici alla presenza di polvere, all'infragilimento delle strutture, in quanto fattori endemici e spesso considerati come evoluzione naturale dell'opera. Dalle parole di Luigi Mainolfi: "l'invecchiamento è un fattore positivo: il lavoro deve avere una sua vita, per me è come un essere umano; a volte parlo dei miei lavori come se fossero miei figli. Si deve vedere il passare del tempo, ma non un invecchiamento precoce causato da agenti atmosferici o esterni; deve essere un processo naturale che non intacchi la salute dell'opera". **[5]** Secondo Chiara Dynis le opere devono: "mostrare gli anni che passano perché essi fanno parte della vita dell'opera stessa" **[6]**, mentre Luigi Spagnulo dichiara: "Picasso diceva che le opere devono invecchiare come gli uomini, per me è giusto che invecchino. Dipende da come lo fanno, ma anche gli uomini sono così, alcuni invecchiano bene, altri male". **[7]** Ancora Giulio Paolini: "Accetto, come é ovvio, che il tempo lasci le sue tracce, ma nei limiti di una lettura corretta dell'opera nel suo aspetto originale"**[8]** e Stefano Arienti: "Tutte le cose durano anche indipendentemente dalla nostra volontà, il problema è la trasformazione di queste cose. Personalmente accetto che ci sia il naturale deperimento di questi materiali." **[9]**
Per contro, Carla Accardi ritiene che l'opera debba mantenere l'aspetto originale e quindi accetta interventi conservativi volti al ripristino delle proprietà originarie della materia: "Mi auguro che le mie opere vengano restaurate perché si mantengano sempre allo stato iniziale". **[10]**
Altri artisti sono più possibilisti e demandano il giudizio a seconda del tipo di opere. Secondo Jannis Kounellis: "La conservazione può essere per un minuto come per cento anni. Nessuno realizza un'opera pensando alla conservazione: i problemi vengono dopo, quando inizia il deterioramento. Bisogna stare attenti, tutto si deteriora e non è detto che quanto deteriorato non sia ugualmente bello…".**[11]**
Anche Emilio Vedova in proposito sostiene: "La mia posizione, sotto questo aspetto, cambia a seconda di come si presenta il problema. Ci sono opere, molto vecchie, che sembrano fatte ieri e delle quali perfino mi stupisco…altre invece e per i più svariati motivi, che si sono deperite e a volte anche completamente compromesse. In questi ultimi casi sono portato a non accettare facilmente nemmeno l'invecchiamento naturale, anche se mi rendo perfettamente conto della realtà del problema. Quando la materia di un'opera si trasforma nel tempo, altera i rapporti tra le parti, ridefinisce certi momenti poetici e mi crea profondo disagio. (…) Qualsiasi intervento che risulti necessario deve limitarsi a recuperare per il possibile la struttura dell'opera così come era, senza condizionare/intervenire diversamente né falsificare in nessun modo."**[12]**
Analogamente secondo Concetto Pozzati: "Ci sono opere che hanno bisogno di un intervento. Altre che non necessitano di un intervento anche se sono danneggiate, a seconda dell'idea primigenia di pensiero che è l'autenticità. Quando bisogna intervenire? Come? Il quando è a seconda del danno, però di solito lo richiede sempre il mercante o il collezionista (un'opera danneggiata sul mercato vale meno). Il come è dato dal pensiero dell'artista, perché intervenire non vuol dire solo restaurare, ma ristabilirne i valori. E poi si deve vedere se il restauratore è in grado di intervenire."**[13]**
Un altro problema è dato dall'accettazione o meno che parti del proprio lavoro possano essere integralmente rifatte o alcuni elementi sostituiti. In questo caso gli artisti sono generalmente concordi nel limitare la ripetibilità delle parti "non artigianali" dell'opera o non realizzate direttamente da loro. Ad esempio secondo Gilberto Zorio: "È possibile. Ora i miei materiali si trovano sempre meno, per esempio il rame viene usato sempre di meno. I

tubi si possono far rifare. Nel 1993 per esempio ho eseguito un restauro perché nel trasporto avevano tagliato dei tubi e li avevano risaldati malissimo. Ho deciso di sostituire quei tubi e sono andato a ricomprarli, ma non c'erano più. Un impiegato pietoso me li ha rifatti con altri metalli. Era inutile mimetizzare la saldatura… Si cambia!". **[14]**
Secondo Stefano Arienti la ripetibilità, laddove tecnicamente realizzabile, è accettabile: "E' possibile prevedere sostituzioni di parti dell'opera, ma è difficile trovare gli elementi da impiegare. In alcuni casi non mi scandalizzerebbe se, deperito molto un oggetto, per avere il piacere di poterlo rivedere come era inizialmente e se ci fossero i mezzi per rifarlo, si sostituisse, purché si tenga vicino alla ricostruzione dell'opera anche l'originale, per testimoniare come effettivamente era fatta l'opera all'inizio. In altri casi diventa problematico perché o i materiali non sono reperibili o c'è un intervento manuale mio che è difficilmente ripetibile. In queste opere quindi si deve lavorare di più sugli elementi di conservazione che non di sostituzione." **[15]**
Gino Marotta si spinge oltre: "Per quanto riguarda il restauro moderno credo che sia molto facile, basta rifare le cose come stavano. Nel mio caso, cioè nel caso del metacrilato, è facilissimo rifare anche perché almeno una grossa parte del mio lavoro poggia sull'idea della ripetibilità dell'opera. Io credo che la cosa più importante sia l'idea che non deve essere tradita." **[16]**
Infine per alcuni artisti è fondamentale che sia accettata anche la possibilità della fine della vita dell'opera. A tal riguardo Piero Dorazio dichiara: "A Roma hanno cercato di restaurare una scultura in paglia di Pino Pascali, acquistata dalla Galleria Nazionale d'Arte Moderna. Ma la scultura di paglia moriva, perché si autodistruggeva. L'artista aveva fatto in modo che ciò accadesse, in quanto rientrava nella sua filosofia. Non si può, né si deve conservare tutto…". **[17]** Anche Paolo Icaro parla del tempo-vita limitato dell'opera: "In merito all'invecchiamento, alla durata e al degrado dell'opera, io creo dei gessi nei quali la fragilità non è un limite del materiale bensì la sua forza. La delicatezza di un materiale non è una qualità assoluta, si esprime solo nel momento in cui vi è un limite della cura dell'uomo verso le cose. La cura degli uomini verso le cose fragili è, inevitabilmente, proporzionale alla loro durata. (…) L'uomo si ostina, sfortunatamente, a voler conservare la fisicità inalterata a qualsiasi costo, ignorando che ciò che diventa corpo ha in se il suo tempo." **[18]**
Un capitolo a parte meritano le opere "multimediali", come video e installazioni sonore, che aprono problematiche relativamente nuove, quali la riproducibilità, l'unicità e il dato autoriale, ovvero una ridefinizione stessa di cosa si intenda per conservazione. Secondo Roberto Cuoghi: "E' un'ingenuità avvilente parlare di unicità rispetto a un supporto digitale. Il formato digitale è una formula di trascrizione e la sua natura è di alimentare trascrizioni all'infinito, senza problemi. Un vero cambio di supporto può essere la digitalizzazione di una pellicola, di un sistema analogico, ma per le opere che nascono in formato digitale si tratta solo di "trascrizione". Per quanto mi riguarda è anche piuttosto grottesco firmare un CD (…) sono usi e consuetudini." **[19]**
Anche Grazia Toderi parla del problema della trascrizione e dei supporti, e tocca le questioni dell'allestimento e dell'archiviazione, fondamentali nel caso di opere multimediali: "Circa le misure più efficaci per la conservazione/archiviazione del materiale video/sonoro, quella della "trascrizione" o "traduzione" è sicuramente una grandissima potenzialità, che riproduce fedelmente un segnale (ad esempio da Betacam a Dvd). Il problema vero invece è quello della "proiezione" e della "installazione" delle opere nello spazio. I proiettori e gli schermi televisivi si trasformano continuamente, cambiando luminosità, contrasti, colori, definizioni, e spesso le "proiezioni" non vengono eseguite come dovrebbero, perché non c'è una attenzione analitica e reale all'opera e al problema della qualità e della fedeltà alla sua "visibilità" . Il video, contrariamente a un quadro ad olio o ad un disegno, può apparire e scomparire, ed essere sempre diverso, perché viene sempre "ritradotto" e "riproiettato", questo è il problema che dovrebbero porsi sempre i curatori." **[20]**
Le interviste effettuate sono di notevole interesse in quanto mettono in luce non solo i procedimenti tecnici dell'artista, ma anche le diverse filosofie circa le questioni della conservazione e della riproducibilità, particolarmente rilevanti nell'ambito dell'arte contemporanea. Quindi, sebbene non si possa ritenere uno strumento risolutorio, dato l'ampio raggio di interpretabilità delle affermazioni degli artisti, l'intervista è certamente uno strumento utile nella ricerca storico-artistica e indispensabile in ambito museale per impostare una conservazione programmata e coerente nel tempo.

Considerazioni sulle forme di collaborazione tra artista e restauratore
Barbara Ferriani

Dal punto di vista di chi opera nel campo del restauro dell'arte contemporanea la stretta collaborazione con gli artisti rappresenta un passaggio obbligato che mette in atto dinamiche di ricerca di grande interesse ma non esclude momenti di difficoltà e di confronto con opinioni divergenti.
Le scelte metodologiche devono essere impostate in modo da trovare un giusto equilibrio tra la natura intrinseca dei materiali e le relative problematiche conservative, la volontà dell'artista e un'etica del restauro che indica come imprescindibile il mantenimento dell'originalità e dell'autenticità del manufatto.

Il restauratore d’arte contemporanea si può trovare dunque di fronte a dilemmi del tipo: limitarsi ad un intervento “riparatore” che non alteri l’aspetto acquisito dall’opera con il passare del tempo oppure, seguendo le indicazioni dell’artista, apportare modifiche all’opera?
Nel caso di una scultura di Luigi Somaini “Grande Martirio”, un bronzo in bagno di stagno realizzato nel 1959, l’artista riteneva indispensabile che non venissero cancellate le mutazioni che il tempo aveva apportato all’opera.
La scultura era stata mantenuta all’esterno per numerosi anni e gli agenti atmosferici avevano innescato fenomeni di degrado che investivano sia la lega in bronzo che le superfici stagnate. L’approccio tradizionale consigliava di rimuovere tutti i prodotti di alterazione ma ciò avrebbe comportato un cambiamento radicale dell’aspetto che l’opera aveva acquisito con il passare del tempo, eliminando le patine che si erano formate sulle superfici.
In accordo con l’artista si è cercato di raggiungere un risultato intermedio, frutto di una mediazione tra le esigenze conservative e quelle estetiche. Sono state rimosse meccanicamente solo le alterazioni più macroscopiche della lega metallica e si è deciso di mantenere quelle più superficiali. Solo in pochi punti sono state velate e occultate. Per permettere nuovamente la collocazione dell’opera in ambiente esterno, le superfici sono state trattate con inibitori di corrosione e protettivi, variandone la formulazione a seconda del livello di opacità e/o lucentezza richiesta.

Completamente diversa è stata l’esperienza con l’artista Consagra quando si è affrontato il restauro di un suo gruppo di opere realizzate negli anni Sessanta su lega metallica.
Si trattava di grandi “ferri” realizzati con lamine di spessore variabile dai 3 ai 5 millimetri, modellate, tagliate e saldate dall’artista ed infine laccate con colori alla nitro da diversi artigiani. Essendo l’opera conservata all’esterno, la laccatura con il tempo si era danneggiata e in alcuni casi si era distaccata, evidenziando avanzati processi di alterazione della sottostante lega in ferro.
Anche in questo caso si ponevano più alternative di restauro.
Ci si poteva limitare ad un intervento localizzato, mirato esclusivamente al trattamento delle alterazioni della lega ed a una successiva reintegrazione delle lacune della stesura pittorica oppure si poteva intervenire in maniera più radicale.
Nel primo caso sarebbe stato necessario applicare un protettivo in grado di schermare le superfici dagli agenti atmosferici limitandone il degrado. Questa soluzione era molto osteggiata dall’artista perché, a suo parere, avrebbe comportato una notevole variazione della resa finale superficiale. In particolare c’era il timore che le reintegrazioni pittoriche si sarebbero in seguito alterate notevolmente e avrebbero potuto creare spiacevoli maculature, interrompendo l’uniforme e vibrante cromia della superficie .
L’intervento più radicale prevedeva la completa rimozione della stesura pittorica realizzata negli anni Sessanta ed il suo rifacimento. L’artista sembrava orientato favorevolmente verso questa soluzione, che incontrava però la mia forte resistenza in quanto, a prima vista, confliggeva con i principi che costituiscono l’etica tradizionale del restauro, preservare ciò che esiste, senza apportarne variazioni. E’ iniziato dunque un confronto che, partito da posizione divergenti, si è man mano trasformato in una ricerca di soluzioni innovative, che hanno consentito di raggiungere un giusto equilibrio tra le diverse esigenze. L’artista voleva che le opere riacquistassero l’aspetto da lui cercato e voluto al momento dell’esecuzione ma egualmente chiedeva che fosse garantita una loro maggiore resistenza nel tempo, in considerazione anche delle esigenze del mercato.
Nel corso del confronto era emerso che la laccatura con colori alla nitro non era stata realizzata direttamente dall’artista, ma era stata volutamente fatta eseguire da un artigiano, con una tecnica completamente asettica, utilizzata per la laccatura di macchinari industriali e di autovetture.
Si è pertanto optato per un intervento fondato sulla medesima tecnica di laccatura originale, attento a mantenere la stessa cromia e la stessa tessitura materica, ma anche in grado di proteggere il substrato in ferro, rendendolo più resistente ai processi di degrado.
Lavorando con due artisti il cui atteggiamento rispetto alla conservazione delle loro opere nel tempo è risultato quasi opposto, ci s’interroga sulle scelte e sulle modalità di intervento che vengono applicate nel restauro di opere di artisti non più viventi.
Ho avuto occasione di restaurare opere di Lucio Fontana che, per tipologia e tecnica esecutiva, sono molto simili al gruppo di opere sopradescritte di Pietro Consagra. Si tratta di manufatti eseguiti su lega metallica, laccati con colori alla nitro. La realizzazione della stesura pittorica non era stata eseguita dall’artista ma affidata ad un carrozziere. Il colore era stato applicato a spruzzo in maniera uniforme, creando una superficie compatta e riflettente. A seguito di danneggiamenti di tipo accidentale, la laccatura si era scheggiata, fessurata e in alcune zone affiorava la lega metallica sottostante. Per riportare l’opera allo stato originale sarebbe stato necessario eseguire una nuova laccatura ma ciò avrebbe comportato una manomissione non accettabile per i criteri vigenti nel campo della conservazione. Si è operato quindi seguendo le metodiche tradizionali: ristabilimento della corretta adesione tra le stesure costitutive, stuccatura delle lacune e reintegrazione pittorica con colori reversibili. Ovviamente non è stato possibile recuperare pienamente l’aspetto originale, frutto di un'unica stesura realizzata a spruzzo, ma quanto meno è stata minimizzata l’invadenza dei danni.

E' stato più opportuno questo intervento che ha rispettato la materia originale oppure sarebbe stato meglio procedere al rifacimento ?
Se l'artista fosse stato ancora in vita, quale sarebbe stata la sua scelta?
Domande che non hanno risposta ma che aprono una serie di considerazioni che potrebbero portare a una ridefinizione dei parametri e delle strategie di conservazione dell'arte contemporanea.

BIBLIOGRAFIA

1. Heinz Althofer „restauriarung moderner Kunst: tendenzen, Material, Technich", Munich 1985
2. Iva Mohrmann, "Maltechnir Heute, Unfrage unter Kunstlern in "Bildende Kunst", 12/89 pag. 49
3. Emil Bosshard, Eine Umfrage zue erhaltung und konservierung moderner kunst, in: Information, mitteilungsblatt des verbandes der museen der Schweiz, 30 june 1983
4. Wilhelm Stebler, Tecnische Auskunfte von Kunstlern in "Maltechnik Restauro", 1/85 pag. 19-34
5. Erich Ganzert Castrillo, The Frankfurt Museum fur moderne kunst und a private archiv: Registration systems for contemporary art, pag. 284-289 su "Modern Art Who Cares?" 1999, The Foundation for the Conservation of Modern Art and the Netherlands Institute for Cultural Heritage
6. Cornelia Meyer e Gunner Heydenreich, "from questionnaires to a checklist for dialogues, pag. 385-388 in "Modern Art Who Cares?", 199, the Foundation for the Conservation Modern Art and the Netherlands Institute for Cultural Heritage.
7. Joyce Hill Stoner, "Ascertaining the artist's intent through discussion, documentation and careful observation" in the International Journal of Museum Management and Curatorship, n 4 1984, pag. 87-92
8. Carol Mancusi-Ungaro, "Original intent: the artist's voice, pag. 392-93, "Modern Art Who Cares?, " 1999, The Foundation for the Conservation of Modern Art and the Netherlands Institute for Cultural Heritage.

NOTE

[1] Corsi tenuti con finanziamento CEE negli anni '1991 e '92 presso il Castello di Rivoli con il patrocinio della Dott.ssa Ida Gianelli, Direttrice del Museo per l'Arte Contemporanea, illustrati da Antonio Rava su Arte Contemporanea, conservazione e restauro" Atti del convegno di Prato, Nardini Editore 1994 a cura dell'ARI, Associazione Restauratori Italiani.
[2] Oltre al Progetto Raffaello altre interviste riguardanti opere delle collezioni civiche sono state effettuate grazie allo svolgimento di tesi di diversa tipologia e presso altre sedi, quali l'ICR, o in occasione di pubblicazioni.
In particolare, le interviste a Enrico Baj, Joe Colombo e Sergio Dangelo sono state svolte dalla restauratrice Alessandra Tibiletti in occasione della sua tesi in Storia dell'Arte Contemporanea presso l'Università degli Studi di Milano, Facoltà di Lettere Moderne, quella a Stefano Arienti da Danka Giacon e Iolanda Ratti per l'esame di Storia delle Tecniche Artistiche presso la Scuola di Specializzazione nella stessa Università, quella a Gino Marotta per la tesi di Anna Laganà presso l'ICR e in occasione della pubblicazione del libro "Tecnica Mista. Materiali e procedimenti nell'arte del XX secolo" (Bruno Mondadori, 2006) quelle a Roberto Cuoghi e Grazia Toderi da Iolanda Ratti e quella a Loris Cecchini da Anna Laganà.
[3] Intervista a Michelangelo Pistoletto, a cura di Laura Riva, luglio 2006.
[4] Intervista a Stefano Arienti, a cura di Danka Giacon e Iolanda Ratti, ottobre 2005.
[5] Intervista a Luigi Mainolfi, a cura di Ilaria De Palma, giugno 2003.
[6] Intervista a Chiara Dynis, a cura di Francesca Preatoni, ottobre 2006.
[7] Intervista a Giuseppe Spagnulo, a cura di Ilaria De Palma, agosto 2003.
[8] Intervista a Giulio Paolini, a cura di Laura Riva, luglio 2006.
[9] Intervista a Stefano Arienti, cit.
[10] Intervista a Carla Accardi, a cura di Paolo Angeri, giugno 2004.
[11] Intervista a Jannis Kounellis, a cura di Eleonora Crippa, marzo 2006.
[12] Intervista a Emilio Vedova, a cura di Cinzia Cataldi, gennaio 2004.
[13] Intervista a Concetto Pozzati, a cura di Teresa Bovi, dicembre 2005.
[14] Intervista a Gilberto Zorio, a cura di Eleonora Crippa, novembre 2005.
[15] Intervista a Stefano Arienti, cit.
[16] Intervista a Gino Marotta, a cura di Anna Laganà, gennaio 2005.
[17] Intervista a Piero Dorazio, a cura di Paolo Angeri, maggio 2004.
[18] Intervista a Paolo Icaro, a cura di Valeria Corbetta, dicembre 2006.
[19] Intervista a Roberto Cuoghi, a cura di Iolanda Ratti, giugno 2006.
[20] Intervista a Grazia Toderi, a cura di Iolanda Ratti, giugno 2006.

SESSIONE II

PROBLEMATICHE D'INTERVENTO

UN CAMBIASO NEI "MINIMI TERMINI"

Roberta Bianchi[*], Enrica Carbotta[*], Tiziana Sandri[*]

[*]Restauratrici dipinti, Laboratorio di Restauro, Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Piemonte, Via Accademia delle Scienze 5, 10123, Torino, 011 5641773, restauro@artito.arti.beniculturali.it

Abstract

Si vuole in questa occasione presentare il restauro effettuato sul dipinto di Luca Cambiaso, *"L'orazione nell'orto"*, proveniente dalla Sacrestia della Chiesa parrocchiale di Craveggia, (Vb), e al contempo segnalare la ripresa dell'attività nei rinnovati Laboratori di restauro della Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Piemonte (Fig.1).
Il dipinto, solo recentemente attribuito a Cambiaso da Rossana Vitiello, storico dell'arte della S.P.S.A.E. del Piemonte e direttore del restauro, presentava condizioni conservative particolarmente compromesse, a causa tra l'altro di un taglio aperto su tutto il lato inferiore in un pregresso tentativo di furto.
In previsione della sua esposizione alla mostra monografica di Genova, *"Luca Cambiaso. Un maestro del Cinquecento Europeo"* l'opera è stata sottoposta ad un intervento che ha segnato la riapertura del Laboratorio dopo i lavori di rinnovamento ed una svolta significativa nella stessa nostra prassi operativa, ispirata sempre più a principi di minimo intervento e salvaguardia dell'originalità dell'opera.

Introduzione

Fino ad un recente passato, un dipinto con le problematiche conservative simili a quelle presentate da *"L'orazione nell'orto"* avrebbe comportato un intervento di foderatura. Eravamo in presenza di tagli estesi lungo parte del perimetro, fori e strappi generalizzati della tela, deformazioni e arricciamenti della superficie (dovuti sia alla deformante cucitura esistente tra i due teli che componevano il supporto che alla presenza di toppe incollate sul retro) e sollevamenti diffusi degli strati pittorici. Le operazioni di rintelo avrebbero richiesto invasivi trattamenti a base di consolidanti, sia sul recto che sul verso dell'opera, nonchè l'applicazione di alte temperature generalizzate sull'intera superficie.
La decisione, non facile e oggetto di lunghe riflessioni, di percorrere una strada alternativa è scaturita da alcune considerazioni:

- la convinzione di doversi ispirare al principio del "minimo intervento", limitando l'invasività del restauro alle sole aree interessate da danni e deterioramento, evitando nell'immediato l'adozione di scelte più drastiche, che resteranno comunque praticabili qualora lo richiederanno eventuali future variazioni dello stato di conservazione dell'opera;
- la circostanza, sempre più rara per chi opera come noi prevalentemente in ambiti museali, di poter intervenire su un dipinto "in prima tela": il fatto che si presentasse sostanzialmente integro (malgrado la sua pur grave condizione conservativa) imponeva una riflessione sull'opportunità di rispettare tale preziosa singolarità;
- la presenza sul verso di un abbozzo di architettura e di un sigillo in ceralacca, potenzialmente interessanti, non solo come testimonianza documentale, ma anche per ricostruire la storia e le vicende attributive del dipinto attraverso l'identificazione dello stemma araldico;
- la presenza, in alcuni punti della cucitura tra i due teli di supporto, di un sopraggitto di rinforzo che presentava i lembi della cimosa posti di taglio; tale circostanza avrebbe reso necessario rimuovere il sopraggitto per allargare, spianare e forse ritagliare i lembi dei due teli, rischiando di provocare una divaricazione fra gli stessi ed una conseguente perdita di pellicola pittorica;
- la circostanza che il lungo e netto taglio dovuto al tentativo di furto fosse collocato in una zona che sarebbe risultata adeguatamente rinforzata, anche solo ricorrendo ad un intervento di strip-lining.

La scelta adottata è andata nella direzione di un intervento limitato alla sola eliminazione delle deformazioni, che riconferisse planarità alla tela con l'utilizzo del tavolo a bassa pressione, seguita dalla ricostruzione localizzata del supporto ottenuta sia tramite ricucitura dei lembi, sia con applicazione di inserti in corrispondenza di lacune. Ugualmente localizzato si è voluto mantenere l'intervento di consolidamento degli strati, riducendo al minimo l'immissione di sostanze estranee a quelle originali, limitando al contempo l'apporto di calore.

Cenni sulla tecnica di esecuzione

Il dipinto era provvisto di un telaio fisso, se non originale comunque molto antico (come testimoniato dai chiodi forgiati a mano), costituito da 4 regoli di legno piuttosto sottili con traversa centrale orizzontale, su cui erano assenti iscrizioni o bolli. Perimetralmente presentava un listello ligneo ancorato al telaio per mezzo di chiodi antichi forgiati a mano.
Il supporto in tela di origine naturale/vegetale era costituito dalla giunzione di due teli di dimensioni diverse. La pezza maggiore (con un armatura "tela" a densità 10x12/cmq) era costituita da un telo integro, largo circa 90 cm., come dimostrato dalla presenza delle cimose su entrambe i margini. La fascia più stretta era costituita da una tela più sottile, unita alla prima da una cucitura del bordo di cimosa, rinforzata localmente da sopraggitto.
Sui bordi della tela si notavano i fori dell'originale ancoraggio al telaio. Sul verso, nella zona centrale, erano osservabili alcune pennellate grumose di colore bianco che, evocando un abbozzo di architettura, si estendevano anche sotto la traversa, sembrando pertanto precedenti al montaggio su telaio (Fig.2). Il dipinto non era mai stato sottoposto a rintelo. Sulla parte superiore del telo di maggiori dimensioni era stato apposto un sigillo in ceralacca. La chiodatura dei margini verticali, particolarmente sul lato sinistro, era stata eseguita frontalmente, come testimoniava l'assenza di segni di piegatura del bordo risvoltato sul telaio. Apparivano invece evidenti, su tali margini, le curve determinate dalla trazione puntiforme dei chiodi.
Era chiaramente individuabile la presenza di una preparazione piuttosto sottile, di colore rosso brillante, che si rivelava poco sensibile all'acqua e pertanto poteva essere costituita da una mestica di pigmento e legante oleoso.
Lo spessore complessivo degli strati preparatori e pittorici lasciava trasparire in più punti la trama della tela; i passaggi tonali erano realizzati in modo morbido e graduale sullo sfondo o sui cangiantismi del manto, con particolari eseguiti con tecnica disinvolta sulle figure e sui panneggi che apparivano delineati con stesure liquide e veloci, da cui emergeva a tratti la preparazione rossa di fondo. La stesura pittorica era quindi generalmente fluida, ad eccezione di alcuni dettagli dove il colore si addensava in impasti granulosi. La vernice, presente un maniera omogenea e compatta sulla superficie pittorica (come evidenziato anche dalla ripresa in fluorescenza U.V.) era sicuramente attribuibile a più stesure successive.



Figura 1. Il dipinto prima del restauro

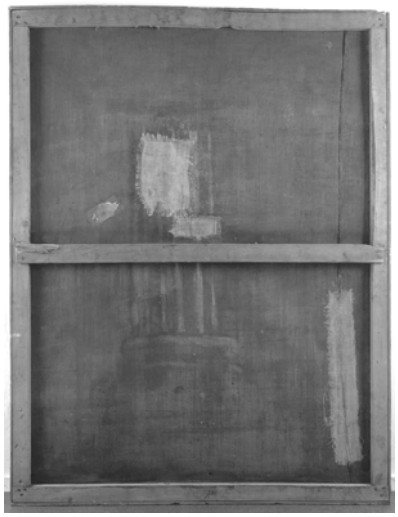


Figura 2. Sul verso si notano le toppe

Stato di conservazione

Le deformazioni della tela di supporto ed alcuni problemi di stabilità degli strati pittorici, localizzati soprattutto nella zona centrale, erano imputabili alle condizioni strutturali del telaio, caratterizzato da regoli di sezione limitata che avevano provocato imbarcamenti ed arcuature, con ripercussioni sul supporto tessile. Le dimensioni del telaio non risultavano coincidenti con quelle della tela. Il telaio ed il listello di contorno presentavano un avanzato degrado, causato da insetti xilofagi che avevano in alcuni casi polverizzato la fibra del legno. L'ancoraggio risultava fortemente compromesso a causa della presenza di un taglio aperto, esito di un tentativo di furto, che si estendeva su tutto il lato inferiore e risaliva per almeno dieci centimetri lungo i margini laterali. Inoltre i lati lunghi, inchiodati sul fronte del telaio, apparivano caratterizzati da un'accentuata deformazione "a festoni", corrispondente alla chiodatura.
Il dipinto presentava numerose toppe (5 di tela ed 1 di carta) applicate sul verso con sovrabbondanza di colle animali, in momenti diversi, allo scopo di risarcire strappi, tagli e la scucitura della giunzione fra i teli,

localizzata nella zona inferiore. La non contemporaneità dell'applicazione delle toppe sembrava confermata dalle differenze fra i vari tessuti. Gli adesivi usati per incollare le toppe sul verso avevano provocato, a causa della loro estrema tenacità e rigidità, deformazioni accentuate e rigonfiamenti visibili sul recto. In alcuni casi risultavano impregnare la trama della tela in modo estremamente invasivo, debordando sulla superficie pittorica al di sotto dell'ultimo strato di vernice.

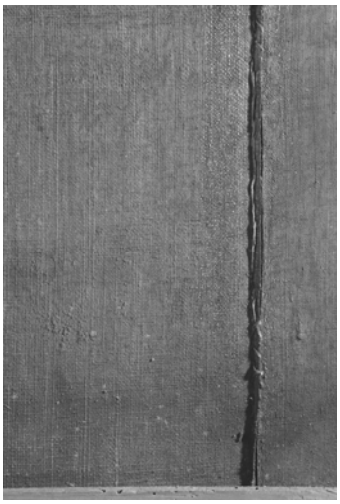


Figura 3. Cucitura sul verso

La ripresa della cucitura con sopraggitto non appariva originale, in quanto discontinua ed interrotta in prossimità del telaio: poteva verosimilmente costituire un successivo e grossolano tentativo di scongiurare l'estendersi dell'apertura fra i due teli (Fig.3). La cucitura dei due teli presentava infatti anch'essa una toppa, applicata nella parte inferiore dove effettivamente si era verificata una lunga scucitura che, interessando quasi un terzo della altezza del dipinto, aveva comportato la separazione del supporto e rischiava di estendersi. Inoltre, era evidente che l'intervento di rinforzo della cucitura fosse stato ottenuto mediante un 'sopraggitto' eseguito con un filo più grosso dell'originale ed un'abbondante applicazione di colla animale. Questo intervento, eseguito in modo discontinuo solo su un breve tratto della giunzione, aveva determinato un notevole irrigidimento della cucitura che, nella zona in questione, si presentava come un cordolo rigido.
Si osservavano numerosi difetti di adesione, coincidenti con quelli dello strato preparatorio, localizzati soprattutto nella zona centrale, per tutta l'estensione della tela e nella parte inferiore, in prossimità dei margini del taglio netto. In corrispondenza di tali zone si notavano numerose lacune della pellicola pittorica, localizzate inoltre sia lungo i bordi del dipinto che in prossimità della giunzione fra i teli, specialmente in corrispondenza della zona inferiore, dove si notavano cadute della compagine pittorica. Si osservavano piccole mancanze di tela in corrispondenza della chiodatura antica.
Gli interventi di ripristino estetico apparivano limitati a qualche ritocco alterato, in concomitanza di ridotte stuccature localizzate lungo il bordo superiore (composte con probabilità da olio e pigmenti) e della stuccatura che risarciva la mancanza del supporto, sulla veste del Cristo, laddove il ritocco alterato debordava ampiamente sull'originale.
Lo strato pittorico risultava coperto da una spessa vernice superficiale, molto ingiallita.

Scelte operative

La campagna diagnostica riflettografica, eseguita sul dipinto **[1]** preventivamente all'intervento, ha rilevato la pressoché totale assenza di disegno preparatorio e non ha evidenziato la presenza di pentimenti autografi.
In considerazione delle condizioni conservative del dipinto, molto compromesse, sia a livello del supporto che degli strati pittorici, si è deciso di intervenire contemporaneamente sul verso e sul recto con fermature localizzate dei sollevamenti. Preliminarmente a ciò, e dopo aver effettuato test di pulitura **[2]** per la scelta del sistema solvente più idoneo, si è provveduto alla asportazione dei depositi incoerenti e dello strato più superficiale di vernice, sotto cui era presente una vernice originale (?), forse di natura oleo-resinosa.
Questa prima fase è stata eseguita con solvent gel **[3]**, i cui residui sono stati rimossi prima a secco e successivamente con ligroina. Tale pulitura, condotta in modo graduale e stratificato, ha inizialmente risparmiato le zone dove maggiormente erano evidenti i sollevamenti della pellicola pittorica, che si è preferito non velinare, per non pregiudicare la possibilità di intervenire contestualmente, in ambiente "sottovuoto", sia al ripristino della planarità del dipinto che alla loro fermatura, utilizzando la tavola a bassa pressione.

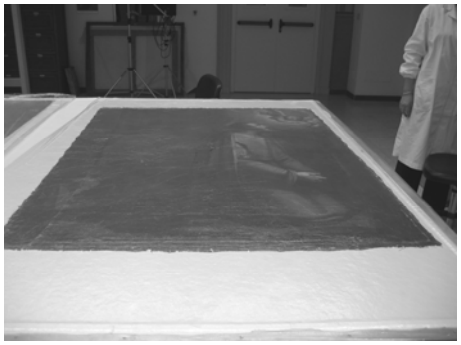


Figura 4. Ripristino della planarità

Dopo la pulitura preliminare sono state rimosse meccanicamente alcune toppe, solo parzialmente adese, ed è iniziato il trattamento per riconferire planarità al dipinto, in considerazione delle notevoli deformazioni del supporto. Si è contemporaneamente e preventivamente intervenuti anche sulla giuntura fra i due teli, rinforzando la cucitura con ago e filo di poliestere **[4].**

L'operazione di ripristino della planarità è stata ripetuta per più cicli e con modalità differenti. Nel corso del primo trattamento, il dipinto è stato poggiato col recto rivolto verso l'alto su un telo di Goretex inumidito. Dopo aver ricoperto con un foglio di Melinex il piano di lavoro, si è creato il sottovuoto azionando una depressione a 32 millibar. In presenza di un tenore modesto di umidità, rilasciata dal Goretex, il dipinto ha cominciato a distendersi ed il lento spianamento ottenuto con tali modalità non ha comportato l'effetto indesiderato che i lembi vivi e 'taglienti' della cucitura segnassero la pellicola pittorica. Questa operazione è stata ripetuta per 2 volte della durata di 20 minuti ciascuna (Fig.4).

Al termine, ottenuta una soddisfacente planarità, sono state eseguite le fermature dei sollevamenti approfittando del sottovuoto (Fig.5). Allo scopo è stata iniettata localmente, attraverso la pellicola di Melinex, una resina termoplastica disciolta in solvente **[5].** La scelta dell'adesivo più idoneo al caso ha dovuto tener conto delle condizioni di elevata umidità in cui il dipinto si andrà a trovare una volta ritornato alla sua collocazione originaria, nella Sagrestia della Parrocchiale di Craveggia. Una volta diffusosi il consolidante all'interno degli strati pittorici, grazie anche all'azione del sottovuoto, si è provveduto al rialloggiamento delle scaglie sollevate con termocauterio.

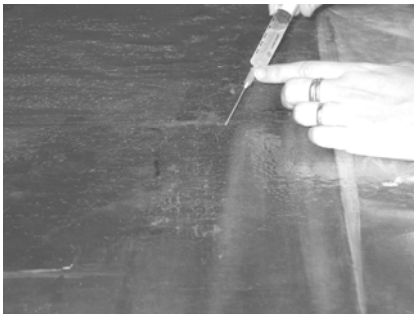


Figura 5. Fermatura del colore sottovuoto

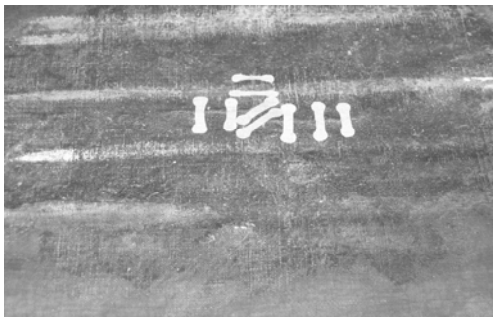


Figura 6. Strisce adesive a cavallo dei tagli

Assicurata l'adesione, sono state asportate meccanicamente tutte le toppe sul verso del dipinto e applicate provvisoriamente piccole strisce adesive posizionate a cavallo fra i lembi dei tagli e degli strappi ormai resi evidenti. (Fig. 6) **[6]** Ciò allo scopo di assicurare stabilità al supporto e di mantenere il corretto allineamento dei fili dell'armatura prima di sottoporlo ad un nuovo trattamento di spianamento. Questa seconda fase è stata eseguita ponendo il dipinto con la parte dipinta rivolta verso il piano traforato del tavolo termico rivestito con un panno morbido. Sul verso, rivolto verso l'alto, sono stati appoggiati fogli di carta assorbente inumiditi. Dopo aver ricoperto con un foglio di poliestere il piano di lavoro si è creato il sottovuoto azionando una depressione a 40 millibar. Il ciclo è stato ripetuto più volte, distanziato da un trattamento di 'asciugatura' ottenuto sostituendo i fogli umidi di carta assorbente con fogli asciutti. La correzione delle deformazioni è stata soddisfacente. La cucitura è rimasta ancora visibile (sebbene ne sia stata attenuata l'interferenza visiva) ma ciò era prevedibile in considerazione della situazione sopra descritta. Ristabilita la planarità si sono gradualmente riaccostati i lembi delle lacerazioni cercando di sovrapporre i singoli fili. Questi sono stati incollati per mezzo di piccole pellicole di poliammide, ottenute sciogliendo preventivamente con termocauterio la polvere fra due fogli di Melinex, e sono stati fatti combaciare e riaderire.

I capi dei fili di uno strappo, spesso fragili, sfilacciati e distorti, sono stati prima districati e raddrizzati con l'aiuto di bisturi e strumenti meccanici a punta fine senza spezzarli per non compromettere la possibilità di sovrapporli, riducendo così la forza di scorrimento ed aumentando quella di strappo esercitata nel momento del tensionamento (Fig.7-8). Adottando il metodo messo a punto dal Prof. W.R. Mehra, con fili di poliestere rivestiti di resina termoplastica **[7]** sono stati creati dei ponti di rinforzo fra le fibre del tessuto di supporto. L'adesione è stata ottenuta con schiacciamento e riscaldamento di ogni singolo filo mediante termocauterio a punta fine.



Figura 7. Particolare di una lacerazione

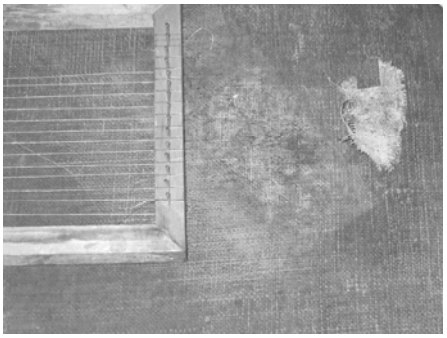


Figura 8. Risarcitura della lacerazione

Al termine di tale laboriosa operazione di riparazione del supporto sono stati foderati i bordi perimetrali utilizzando tela poliestere **[8]** applicata a caldo con Beva Film.
Il dipinto, montato su nuovo telaio ad espansione bidirezionale con crocera centrale (Fig.10) **[9]**, è stato sottoposto ad una rifinitura della pulitura, diversificata per pigmenti, con solvent gel **[10]** e/o soluzione chelante addensata **[11]** per rimuovere la vernice alterata più antica presente al di sopra dei residui e tenaci ritocchi alterati.
Le lacune degli strati preparatori e pittorici sono state stuccate con un impasto di Gesso di Bologna e colla di coniglio **[12]** e reintegrate a tratteggio con colori ad acquerello e colori a vernice. **[13]**
La verniciatura è stata eseguita in due fasi: la prima, precedente alle stuccature, è stata applicata a pennello utilizzando Vernice da ritocco; la seconda, al termine del ritocco stesso, è stata stesa a spruzzo mescolando Vernice da ritocco e Vernice Mat nelle proporzioni di 3:1. **[14]**



Figura 9. Il dipinto dopo il restauro

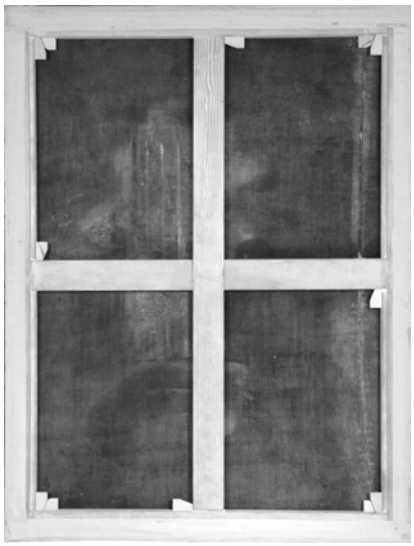


Figura 10. Il dipinto dopo il restauro.Verso

Conclusioni

Si trattava dunque di un'occasione ghiotta di poter affrontare problemi non comuni ed interessanti, in un ambiente professionale propizio, non solo per la fruttuosa cooperazione all'interno dell'equipe di restauratori e storici dell'arte, ma anche per la recente acquisizione della tavola a bassa pressione, che ha permesso delle chances operative finalmente praticabili anche nel nostro Laboratorio.
L'occasione della mostra monografica dedicata all'artista, ha consentito di prestare attenzione ad un'opera 'sconosciuta' nel panorama attributivo del Cambiaso. A ragione di una collocazione territoriale così decentrata, (che ne ha paradossalmente preservato l'integrità materica, sebbene non l'abbia protetta dal tentativo di furto) il dipinto era stato ritenuto in passato opera del pittore lombardo Pier Francesco Mazzucchelli, detto il Morazzone. Si trattava quindi di una sfida, anche in considerazione dei tempi strettissimi destinati al lavoro, e

dell'opportunità, imperdibile in un contesto in cui i finanziamenti ministeriali sono assai magri, di risanare i danni ormai gravi di un'opera così importante insperabilmente 'ritrovata'.
Lo scenario economico in cui versano i Laboratori di Restauro decentrati del nostro Ministero, ha limitato la possibilità di poter eseguire una approfondita campagna diagnostica sui materiali, limitandoci alle sole riprese riflettografiche, in I.R. b/n e falso colore, ed in fluorescenza U.V.. Non è stato possibile testare il grado di polimerizzazione della tela e ci si è quindi affidati, come spesso succede, ad una valutazione eseguita in base alla nostra esperienza professionale.
Ci è rimasto il rammarico, conseguente al regime di economia ed ai tempi molto ridotti di intervento, di non aver potuto sostituire il vecchio telaio con un telaio "a scorrimento perimetrale": tale scelta ci avrebbe garantito un tensionamento costante, anche in previsione della futura scarsa accessibilità al dipinto, conservato all'interno di una vetrina della sacrestia, per proteggerlo dai furti, in condizioni microclimatiche non controllate.
L'occasione di questo congresso merita però di essere colta, non solo e non tanto per presentare un intervento di restauro, che, se per noi ha rappresentato una scelta innovativa, per altri, sicuramente, è ormai consueta prassi esecutiva, quanto per presentare l'intera attività del Laboratorio, rinato dopo anni di chiusura e di lavori di adeguamento normativo ed impiantistico, a cui attualmente collaborano 8 restauratori, qualificati presso i più illustri istituti di restauro e/o da decenni di esperienza professionale.
Spesso l'attività dei Laboratori legati alla organizzazione periferica del Ministero per i Beni e le Attività Culturali rimane nascosta, surclassata dalle assai maggiori visibilità e potenzialità degli Istituti Centrali ed annaspante tra le attività burocratiche, a sostegno dei Funzionari storici dell'arte impegnati sul territorio, e la mancanza cronica di finanziamenti, indispensabili anche solo all'approvvigionamento dei materiali d'uso quotidiano o alla partecipazione degli addetti a corsi di aggiornamento e giornate di studio **[15].**
Sulla base di queste considerazioni, il restauro che abbiamo presentato, e fortemente voluto eseguire, ha rappresentato per noi un nuovo e faticoso inizio, a cui abbiamo voluto dare visibilità nella speranza che le potenzialità presenti nella nostra struttura, sia come personale che come attrezzature, non debbano andare disperse.

Vogliamo ringraziare Rossana Vitiello, storico dell'arte della S.P.S.A.E. del Piemonte, per la entusiastica e colloborativa Direzione dei lavori;
per i preziosissimi consigli in corso d'opera:
la restauratrice Francesca Capanna dell'I.C.R di Roma,
la restauratrice Linda Lucarelli, dell'O.P.D. di Firenze,
Leonardo Borgioli della C.T.S di Altavilla Vicentina (Vi).

NOTE

[**1**] Campagna di indagini diagnostiche non distruttive eseguita con fondi Ministeriali da Teobaldo Pasquali della PanArt di Firenze.
[**2**] Test di Feller…..
[**3**] Solvent Gel composto da Ligroina, 70 ml.; Etanolo, 30 ml.; Carbopol 934, 2 gr.; Ethomeen, 20 ml.
[**4**] Filo poliestere del tipo Gutermann, Skala 360.
[**5**] Beva 371 original Formula al 20% in volume nello specifico solvente.
[**6**] Ottenuti con tessuto apprettato con Beva 371 original Formula e ritagliato a misura.
[**7**] Resina Mowilith DMC 2.
[**8**] Tessuto poliestere del tipo ISPRA, fornito come gli altri materiali dalla C.T.S. di Altavilla Vicentina.
[**9**] Fornito dalla Ditta Romana Telai di Roma.
[**10**] Solvent gel composto da Acqua, 25 ml.; Ethomeen, 8 ml; Carbopol, 1,5 gr.; Acetone, 200 ml.; Alcool Benzilico, 50 ml..
[**11**] Soluzione chelante addensata composta da Acqua, 50ml; Trietanolammina, 5ml; Carbopol 934, 1gr.
[**12**] Colla di coniglio disciolta in acqua (in proporzione 1:10).
[**13**] Colori ad acquerello Winsor & Newton e colori a vernice Maimeri e Restaurarte.
[**14**] Vernis Retouchè e Vernis Matt della Lefranc & Bourgeois.
[**15**] Vedasi su questi temi l'articolo di Giorgio Bonsanti apparso sul Giornale dell'Arte.

BIBLIOGRAFIA

1. Rossana Vitello, "O*razione di Cristo nell'orto*", in *" Luca Cambiaso. Un maestro del Cinquecento"*. Catalogo della mostra, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo (Mi), 2007, pagine 328-329.
2. Atti del convegno *Luca Cambiaso. Ricerche e restauri.* Moneglia (Ge), 11-12 maggio 2007, in pubblicazione

INDAGINI OTTICHE NON INVASIVE PER LA VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO DI PULITURA DELLA STATUA MARMOREA DI S. MICHELE ARCANGELO DI PALAZZO ABATELLIS (PALERMO)

Fernanda Prestileo*, Giovanni Bruno*, Maria Francesca Alberghina*, Salvatore Schiavone*, Lorella Pellegrino**

* Laboratorio di Fisica ed Ambientalistica degli Interni, Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro, Regione Siciliana, Via C. Colombo, 52 – 90146 Palermo, Tel. 091 6398607, Fax: 091 6376088, fernanda.prestileo@centrorestauro.sicilia.it

** Laboratorio di Restauro Manufatti di Origine Inorganica, Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro, Regione Siciliana, Via C. Colombo, 52 – 90146 Palermo, Tel. 091 6398654, Fax: 091 6376088, pelegelino@tin.it

Abstract

Presso il Laboratorio di Restauro Manufatti di Origine Inorganica del Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro (CRPR) è attualmente in corso di restauro la statua marmorea di San Michele Arcangelo (XVI sec.) proveniente dalla Galleria Regionale della Sicilia di Palazzo Abatellis di Palermo. Al suo arrivo al CRPR (giugno 2006) essa era caratterizzata da mancanze quali la mano, alcune porzioni dell'ala destra e la parte inferiore dell'ala sinistra.
La statua presentava depositi omogenei scuri, oltre ad incrostazioni ed abrasioni. Le lacune e le integrazioni realizzate con stuccature e perni metallici erano riconducibili a interventi di restauro pregressi. Inoltre, sugli elementi decorativi a rilievo, si erano riscontrate soltanto delle deboli tracce dell'originaria doratura nonché frammentate stesure di colorazione azzurra nel mantello e nel basamento, di colorazione rossa e nera nella testa del diavolo.
Nella fase preliminare di diagnosi, il Laboratorio di Fisica ed Ambientalistica degli Interni del CRPR ha svolto una campagna di indagini ottiche non invasive.
In particolare sono state effettuate misure spettrofotometriche e radiometriche al fine di caratterizzare, in prima analisi, le tracce di colorazione originaria e di determinare le coordinate cromatiche di aree, più o meno occultate dalla pellicola bruna coprente, alle quali riferirsi per il successivo intervento di pulitura eseguito mediante l'impiego di strumentazione laser.
Tale strumento, agendo con elevata selettività e controllo per la rimozione delle forme di alterazione cromatica, consente, sulla base dei risultati colorimetrici ottenuti, di definire il "livello di pulitura" che si vuole raggiungere.
E' stata inoltre condotta un'indagine in fluorescenza ultravioletta, allo scopo di individuare la presenza di materiali estranei, non visibili ad occhio nudo, quali i depositi di natura organica, i biodeteriogeni, i materiali di restauro.
Le stesse indagini effettuate nella fase preliminare di diagnosi, vengono poi ripetute durante l'intervento di pulitura e al termine dello stesso. Le misure colorimetriche consentono di valutare il corretto raggiungimento dell'equilibrio cromatico, mentre grazie alla fluorescenza ultravioletta è possibile valutare la completa rimozione dei materiali estranei e la totale inibizione degli attacchi biologici.

Introduzione

L'opera scultorea di San Michele Arcangelo (figg. 1 e 2), conservata a Palermo nella Galleria Regionale della Sicilia di Palazzo Abatellis, fu ricavata da un blocco monolitico di marmo microcristallino di colore bianco, di cm 105 di altezza, in parte dipinta e preziosamente decorata con dorature a missione.
Il San Michele Arcangelo, attribuito ad Antonello Gagini, fu realizzato, tra il 1540 ed il 1550, per il Palazzo Ventimiglia al Cassaro, dove rimase esposto fino alla seconda metà del 1600. Successivamente, la statua fu trasferita sul portale del Collegio della Compagnia dei Gesuiti, opera dell'architetto gesuita Angelo Italia, dove rimase fino alla seconda metà del 1800, esposta agli agenti atmosferici.
In seguito al cambio di appartenenza, divenendo proprietà della Compagnia dei Gesuiti, la statua fu interessata da alcune modificazioni nella sagoma dello scudo e nello stemma.
Nella seconda metà del 1800, dunque, in occasione dei lavori per il rinnovamento del prospetto e del portale del Collegio dei Gesuiti, sembra che la statua abbia trovato ricovero nei locali del Museo Archeologico A. Salinas di Palermo.
Infine, nel 1954, subì l'ultimo spostamento per essere trasferita, finalmente, nei locali della Galleria Regionale di Palazzo Abatellis, destinata ad accogliere tutti i materiali medievali e moderni fino a quel momento custoditi all'interno del Museo Archeologico.

Dal giugno 2006, la statua marmorea di San Michele Arcangelo è in corso di restauro presso il Laboratorio di Restauro Manufatti di Origine Inorganica del Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro (CRPR). La delicata natura della superficie marmorea ha orientato l'intervento verso l'uso di una tecnica di pulitura foto-ablativa mediante l'impiego del laser. Tale mezzo, selezionato tra le differenti tecniche di pulitura prese in esame, consente, con l'ausilio di uno spot luminoso, di vaporizzare lo strato nerastro di deposito, che occulta la originaria cromia dell'opera, rispettando l'integrità materica ed il naturale "invecchiamento" della superficie. La peculiarità dello strumento laser consente di raggiungere, sulle singole porzioni, il valore cromatico desiderato. Tale valore viene determinato sulla base dello studio preliminare volto alla caratterizzazione colorimetrica delle partiture originariamente interessate anche dalla stesura di film pittorici o di preziose decorazioni con foglia d'oro.





Figure 1 e 2. Laboratorio di Restauro Manufatti di Origine Inorganica (CRPR): il San Michele con la localizzazione dei punti di misura per l'indagine colorimetrica sul davanti e il retro della statua con le prime prove di pulitura

L'intervento di pulitura dell'opera ha previsto l'impiego di un laser (Laser Nd:Yag Leonardo della Quanta System, disponibile presso il Laboratorio del CRPR) al fine di rispettare la documentata volontà del maestro nel raggiungimento della perfezione sia nella scelta della materia prima sia nella tecnica di esecuzione. Infatti, per rispondere al piacere estetico proprio dei suoi contemporanei, il Gagini apponeva abilmente le delicate e sofisticate stesure cromatiche allo scopo non solo di ricoprire semplicemente una porzione di spazio ma anche di fornire una modellazione plastica della tridimensionalità dell'opera al variare dell'incidenza della luce, in una acuta intersecazione tra materia e cromia.
La statua presenta: un'uniforme colorazione bruna, più intensa e spessa nei sottosquadri, attribuita ai trattamenti di lustratura cui certamente si è ricorso in passato per coprire le alterazioni superficiali; velature trasparenti date a cera che, insieme a quelle cromatiche, venivano applicate nel tentativo di conferire all'opera un rinnovato aspetto, ma che in realtà contribuivano a fissare sulla superficie depositi di grasso derivanti dal contatto tattile dei devoti e dalle particelle di residui carboniosi. Tali trattamenti periodici hanno, pertanto, determinato sia l'aspetto scuro sia la perdita di elementi particolarmente delicati come le dorature, applicate su fregi ed elementi decorativi in leggero rilievo. Inoltre, sono state rilevate frammentate ed alterate stesure di colorazione azzurra nel mantello e nel basamento e di colorazione rossa e nera nella figura del diavolo. Le pericolose frammentazioni di ali e gambe presenti, sono state certamente causate da rovinose cadute. Le imperniature metalliche di parti lesionate o fratturate e le integrazioni di parti lacunose o mancanti, realizzate con porzioni marmoree o stuccature, sono anch'esse riconducibili ad interventi di restauro pregressi.

Metodologia di misura e strumentazione impiegata

Allo scopo di monitorare la superficie lapidea della statua in esame, tutte le indagini condotte, spettrofotometriche, spettroradiometriche e in fluorescenza ultravioletta nel visibile, sono state realizzate, negli stessi punti o aree di misura, nelle condizioni iniziali e successivamente ad ogni stadio dell'operazione di pulitura.
In particolare, per l'indagine colorimetrica, sono stati individuati venti punti di misura *(target)* sul davanti del San Michele Arcangelo e nove punti sul retro, tutti rappresentativi della superficie lapidea caratterizzata da assenza di colorazione, localizzati mediante utilizzo di apposite mire in acetato al fine di garantire la ripetibilità delle misure.
Le misure di colore sono state realizzate mediante l'utilizzo di uno spettrofotometro Minolta modello CM 2600d (fig. 3), calibrato prima di effettuare le misure. Lo spazio del colore adottato è quello L* a* b* ΔE. Per effettuare le misurazioni lo strumento è stato settato con i seguenti parametri: media auto 3 (numero delle misure eseguite su uno stesso campione e relativo valore medio); tempo di misura 0,3 secondi (tempo di presa); area di lettura "S" (pari a 3 mm); SCI (componente speculare inclusa); UV 100% (componente ultravioletta attiva); illuminante primario D65/10°. I dati rilevati sono stati acquisiti ed elaborati mediante il software Spectramagic 3.6 in dotazione allo strumento.
Sono stati scelti, inoltre, dodici punti di misura in corrispondenza delle zone caratterizzate da tracce di colorazione (nera, azzurra e rossa), impossibili da indagare mediante spettrofotometro per l'assenza delle condizioni geometriche di misura necessarie, dipendenti dalle caratteristiche dello strumento, il quale richiede superfici perfettamente piane. Su tali punti campione si è proceduto alle misure di colore a distanza tramite spettroradiometro Minolta modello CS 1000 A (fig. 4), con illuminante D65, osservatore normale 10°, spazio colorimetrico L*a*b* ΔE, utilizzando un'ottica di tipo macro (Minolta 50 mm f 1:2,8) che permette di indagare aree di dimensioni minime di 1,25 mm^2 ad una distanza minima di 20 cm dall'oggetto. I dati rilevati sono stati elaborati mediante il software CSS1W di cui lo strumento è dotato.
Considerata l'influenza delle condizioni di ripresa, sono stati standardizzati e documentati sia le geometrie che i sistemi di illuminazione impiegati durante l'acquisizione, al fine di rendere ripetibili le misure negli stessi punti e confrontare i valori relativi ottenuti dopo ogni avanzamento della pulitura.
A tale scopo è stato utilizzato un sistema di illuminazione con due lampade alogene disposte a 45°, secondo geometria standard di acquisizione, normale al punto indagato e a distanza fissa dall'obiettivo.





Figure 3 e 4. Laboratorio di Restauro del CRPR, indagine colorimetrica sulla statua mediante spettrofotometro Minolta CM 2600d e spettroradiometro Minolta CS 1000

Infine, per le riprese in fluorescenza ultravioletta, effettuate sull'intera superficie della statua, è stata impiegata la camera digitale multispettrale Artist Art Innovation (sensore delle immagini a scansione progressiva CCD, 1360 x 1036 pixel, obiettivo da 23 mm F/1.4, obiettivo da 18-108 mm F/2.5, filtro barriera UV), con sistema di posizionamento CPS100, illuminazione con lampada di Wood da 35W per le riprese in fluorescenza ultravioletta e illuminazione con due lampade alogene da 50W per le riprese in RGB (fig. 5).



Figura 5. Camera digitale multispettrale Artist Art Innovation (sistema di posizionamento CPS100)

Risultati e discussione

Prima di programmare la pulitura a laser della statua del San Michele Arcangelo, si è proceduto ad una iniziale mappatura delle differenti tonalità della pellicola bruna presente, in maniera disomogenea sia per spessore che per consistenza, su tutta la superficie marmorea. I ventuno punti campione scelti, riportati in tabella 1, hanno permesso di determinare tre livelli cromatici differenti, distinguibili sia in termini di coordinate colorimetriche (fig. 6) che di valori di riflettanza percentuale (fig. 7). Inoltre, dalle misure condotte è stato individuato, quale *target* per il grado di pulitura da raggiungere nelle altre porzioni di incarnato, il punto SM1, interessato da una leggerissima patina.

Tabella 1. Coordinate colorimetriche L*a*b* dei ventuno punti individuati su tutta la superficie del San Michele Arcangelo per la mappatura iniziale delle tonalità caratteristiche delle patine brune presenti sulla statua marmorea

Nome	Note	L*	a*	b*	C	h
Punto SM1	Ginocchio dx:	73,82	4,34	22,88	23,29	79,26
Punto SM2	Braccio dx	33,23	2,37	5,69	6,37	63,23
Punto SM3	Guancia dx	51,41	3,89	16,78	17,22	76,94
Punto SM4	Guancia sn	56,41	4,28	18,95	19,43	77,28
Punto SM5	Costato dx	51,76	3,06	15,48	15,78	78,82
Punto SM6	Fianco dx tunica	41,42	4	12,05	12,7	71,63
Punto SM7	Ala dx	52,42	2,32	12,01	12,23	79,09
Punto SM8	Ala dx (lacuna)	58,46	2,54	13,49	13,73	79,35
Punto SM9	Ala dx	34,77	3,55	7,56	8,36	64,86
Punto SM10	Ala sn	44,05	3,83	14,25	14,76	74,94
Punto SM11	Scudo parte dx	54,48	4,94	20,24	20,84	76,27
Punto SM12	Scudo (in basso)	44,56	5,9	15,84	16,9	69,56
Punto SM13	Scudo (in alto)	56,73	2,35	14,43	14,62	80,74
Punto SM14	Scudo (parte centrale)	42,4	4	15,19	15,71	75,23
Punto SM15	Veste (parte centrale)	36,29	3,87	12,37	12,96	72,62
Punto SM16	Testa (parte frontale)	38,98	4,22	12,61	13,3	71,48
Punto SM17	Testa (occipite)	37,2	4,14	9,77	10,61	67,06
Punto SM18	Retro (in basso, lato dx)	36,11	2,91	8,39	8,88	70,85
Punto SM19	Diavolo (fronte)	39,19	3,12	11,44	11,86	74,77
Punto SM20	Diavolo (muso)	33,04	3,05	6,48	7,16	64,68
Punto SM_R1	Basamento, lato sn (retro)	29,77	4,25	8,27	9,29	62,82

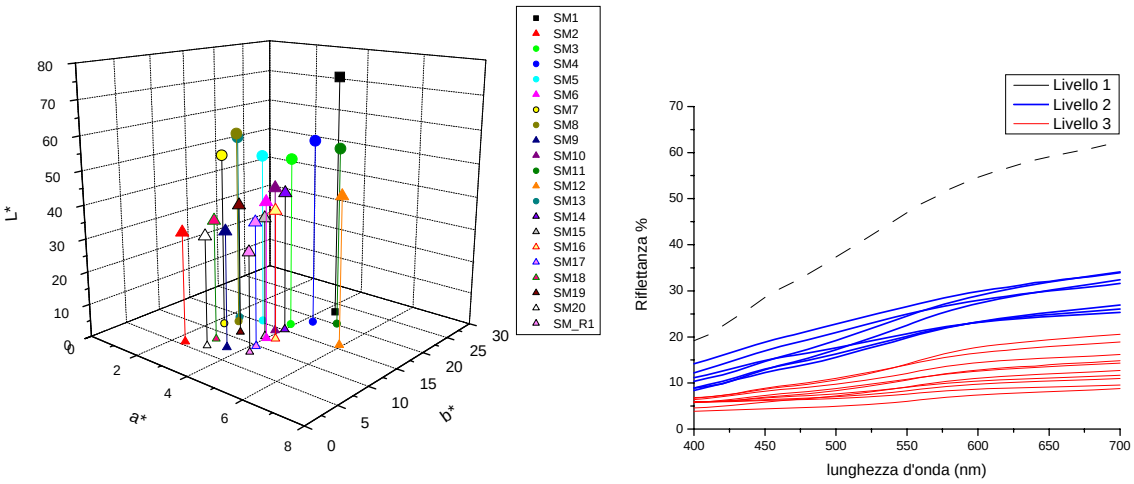


Figure 6 e 7. Grafico delle coordinate colorimetriche e dei valori di riflettanza percentuale dei ventuno punti di misura scelti sulla superficie del San Michele Arcangelo, prima della pulitura

Dopo questa preliminare indagine, sono state eseguite le prime prove di pulitura, sul retro della statua, di alcune aree campione sulle quali si è intervenuto procedendo gradualmente per assottigliare in maniera differenziata le diverse patine brune e raggiungendo, solo in due porzioni, il livello di pulitura finale predeterminato.

Sono state effettuate le misure spettrofotometriche dei punti scelti in corrispondenza delle aree pulite o parzialmente pulite (tab. 2), ottenendo l'immediato controllo puntuale della resa cromatica raggiunta durante la pulitura della superficie lapidea mediante laser. Come è possibile vedere dal grafico delle coordinate colorimetriche (fig. 8), i sette punti individuati all'interno delle zone parzialmente pulite, si discostano ancora nettamente dai valori dei due punti corrispondenti alle due aree campione completamente pulite, SM_R2 riferimento per la superficie lavorata e SM_R4 riferimento per quella "non finita".

Tabella 2. Coordinate colorimetriche L*a*b* degli otto punti individuati sul retro del San Michele Arcangelo per la verifica dei valori cromatici raggiunti dopo le prime prove di pulitura a laser

Nome	Note	L*	a*	b*	C	h
Punto SM_R2	Retro: ala sn	69,18	6,23	25,50	26,25	76,26
Punto SM_R3	Retro: parte inferiore dx	55,76	6,50	19,11	20,19	71,22
Punto SM_R4	Retro: ala dx	73,69	4,18	20,47	20,89	78,47
Punto SM_R5	Retro: diavolo (testa)	55,46	5,49	17,62	18,46	72,69
Punto SM_R6	Retro: gora	60,00	5,90	17,08	18,07	70,94
Punto SM_R7	Retro: ala dx	56,74	9,25	25,68	27,29	70,19
Punto SM_R8	Retro: scudo	53,36	4,92	17,58	18,25	74,35
Punto SM_R9	Retro: ala dx (superiore)	62,79	7,06	24,35	25,35	73,84

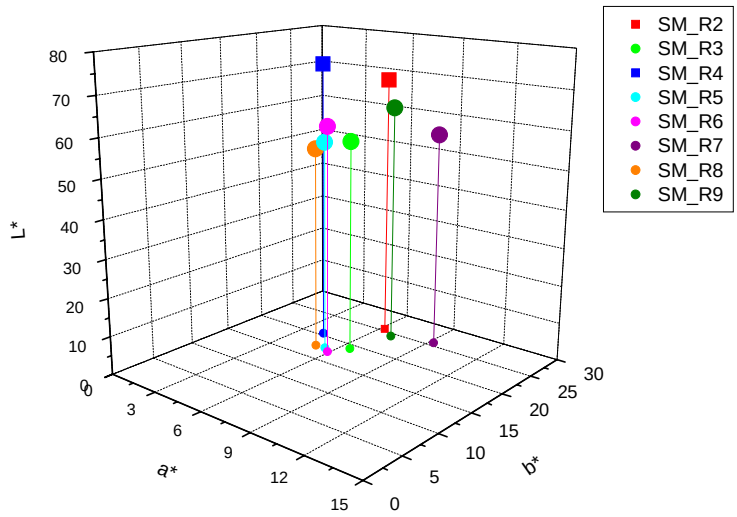


Figura 8. Grafico delle coordinate colorimetriche degli otto punti di misura sul retro dopo le prime prove di pulitura

Per l'indagine colorimetrica delle estese superfici policrome, molto decoese, presenti nel basamento e nella testa di diavolo sono state realizzate misure spettroradiometriche eseguite in condizioni standard di illuminamento, assicurando la ripetibilità della misura.
Sono stati scelti dodici punti rappresentativi (tab. 3) al fine di realizzare una mappatura delle coordinate colorimetriche (fig. 9) e dei valori di riflettanza percentuale (fig. 10) per il controllo, negli stessi punti, di eventuali variazioni delle cromie esistenti in seguito all'intervento di pulitura a laser.

Tabella 3. Coordinate colorimetriche L*a*b* dei dodici punti individuati sulle porzioni caratterizzate da stesure policrome (testa del Diavolo e fondo azzurro del basamento)

Punto	Note	L*	A*	b*
1	Rosso - Diavolo (orecchio dx)	26,51	15,48	12,83
2	Rosso - Diavolo (orecchio dx)	30,48	16,39	12,96
3	Rosso - Diavolo (bocca)	31,07	9,05	8,67
4	Rosso - Diavolo (bocca)	30,24	6,95	8,33
5	Nero - Diavolo (corno sn)	17,41	0,58	1,61
6	Nero - Diavolo (corno sn)	21,99	0,58	1,37
7	Azzurro (fondo dx)	33,75	-0,19	6,72
8	Azzurro (fondo dx)	33,38	-0,81	5,10
9	Azzurro (bordo dx statua)	30,80	-1,74	2,29
10	Azzurro (bordo dx statua)	29,62	-1,46	2,14
11	Azzurro (fondo sn)	34,94	-3,87	-0,44
12	Azzurro (fondo sn)	33,64	-4,90	-0,79

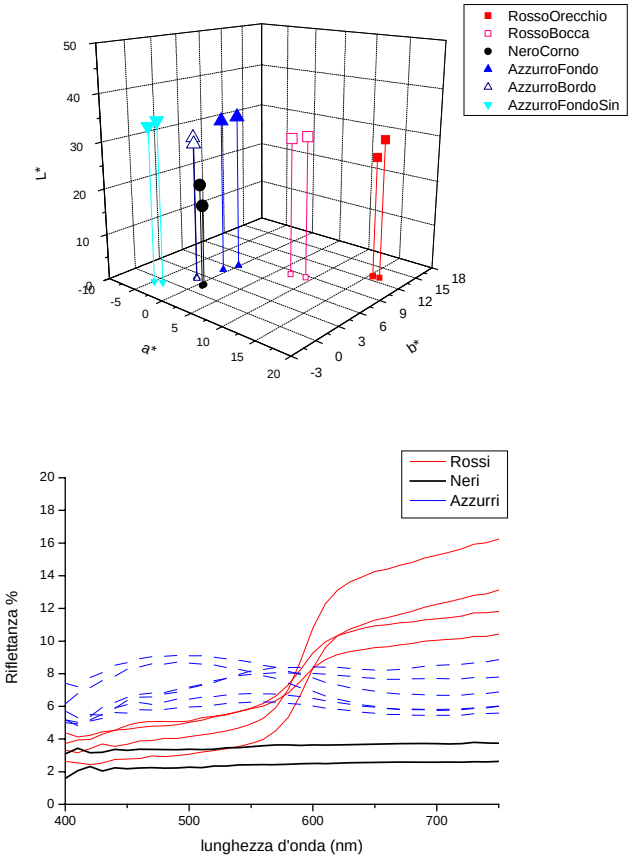


Figure 9 e 10. Grafico delle coordinate colorimetriche e dei valori di riflettanza percentuale dei dodici punti di misura caratterizzati da stesure policrome

Per il monitoraggio della superficie marmorea durante l'intervento di pulitura mediante laser è stato utile anche il contributo fornito dall'indagine in fluorescenza ultravioletta.
In fase preliminare, è stata, infatti, realizzata un'acquisizione dell'intera superficie marmorea al fine di individuare e caratterizzare, in prima approssimazione, materiali e depositi estranei da eliminare in fase di pulitura.
Da tali riprese sono state ottenute differenti risposte interessanti sia per l'individuazione di materiali dovuti, probabilmente, a restauri pregressi, che per la conseguente localizzazione dei punti di prelievo finalizzati alle analisi di tipo chimico e biologico. In corrispondenza delle stuccature, sull'ala sinistra e sul piede destro, è stata rilevata, ad esempio, una forte fluorescenza giallastra legata, forse, alla presenza di residui di adesivo utilizzato per le fratture. Rilevante è stata anche la forte risposta scura in fluorescenza ultravioletta che ha permesso di individuare le tracce di doratura, caratteristiche degli elementi decorativi, non sempre chiaramente leggibili in luce visibile (figg. 11 e 12). Infine, sul torace è stata rintracciata una forte fluorescenza verdognola in corrispondenza di una colatura di materiale da identificare tramite successive analisi (fig. 12).





Figure 11 e 12. San Michele Arcangelo: ripresa in fluorescenza UV di particolari dello scudo e del torace

Dopo questa preliminare mappatura dello stato iniziale della statua, le riprese in fluorescenza ultravioletta, sono state realizzate puntualmente durante l'avanzamento dell'intervento per stabilire il livello di pulitura raggiunto e l'uniformità della superficie trattata.
Ad esempio, l'immagine acquisita in fluorescenza ultravioletta, riportata in figura 13.b, mostra che il livello di pulitura ottenuto per una porzione di superficie (parte inferiore dell'ala sinistra) considerata già completamente pulita, non ha raggiunto ancora la completa uniformità desiderata.

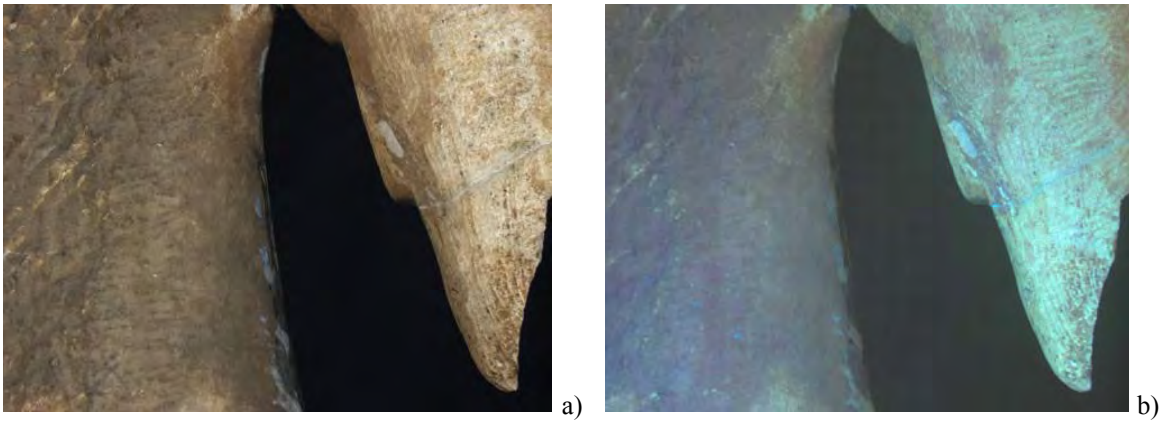


Figura 13. S. Michele Arcangelo: particolare della porzione inferiore dell'ala sinistra dopo l'intervento di pulitura laser: ripresa in RGB (a) e in fluorescenza UV(b)

Un ulteriore esempio di quanto sia stato importante ripetere le indagini in fluorescenza ultravioletta delle stesse aree dopo successivi *step* di pulitura a laser, viene presentato in figura 14: nella figura 14a è riportata l'immagine in RGB, nella figura 14b, quella in fluorescenza ultravioletta prima dell' intervento ed, infine, nella figura 14c, lo stato della superficie dopo le prime prove di pulitura a laser.
In questo caso, in fase preliminare, tale indagine ha permesso di individuare la presenza dell'adesivo in corrispondenza della frattura dell'ala sinistra e, successivamente, dopo l'eliminazione della patina bruna, la nuova acquisizione ha consentito di localizzare in maniera molto chiara, grazie alla forte fluorescenza giallastra, la reale estensione di questo residuo organico, al di sotto dello strato superficiale.

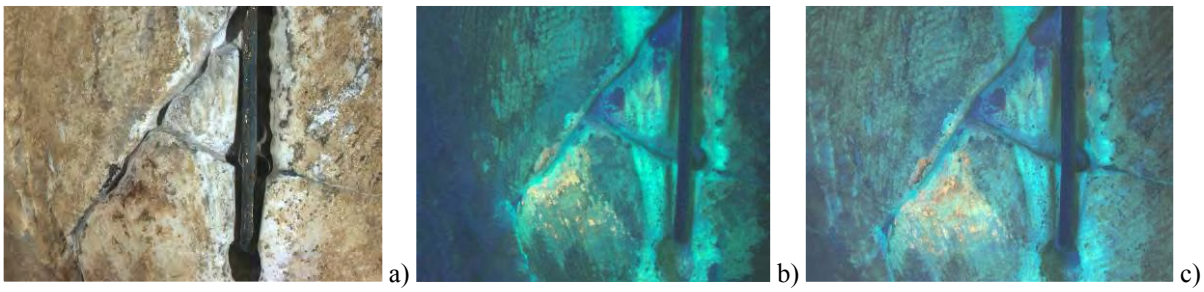


Figura 14. San Michele Arcangelo: particolare della porzione dell'ala sinistra in corrispondenza della frattura (retro): a) ripresa in RGB; b) fluorescenza UV prima della pulitura; c) fluorescenza UV dopo l'intervento di pulitura a laser

La possibilità di riacquisire, a restauro completo, la risposta in fluorescenza ultravioletta di tutta la statua permette, quindi, di verificare la completa eliminazione dei materiali estranei e l'omogeneità del risultato finale, fornendo una documentazione dello stato dell'opera a fine intervento.

BIBLIOGRAFIA

1. Prestileo F., Bruno G., Pellegrino L., Alberghina M.F., Schiavone S., "*Il contributo delle indagini ottiche non invasive per la pulitura del statua marmorea di S. Michele Arcangelo di Palazzo Abatellis (Palermo)*", Atti del I Workshop "*Tecniche di analisi non distruttive di materiali lapidei naturali e artificiali nei Beni*

Culturali", Dipartimento di Fisica e Tecnologie relative, Palermo 22 febbraio 2007, Palermo, 2007, in corso di stampa.

2. Di Marzo G., "*I Gagini e la scultura in Sicilia nei secoli XV e XVI. Memorie storiche e documenti",*vol 1, Palermo, 1880-1883.
3. Patera B., *"Antonello Gagini",* in Sarullo L., "*Dizionario degli artisti siciliani, Scultura",* Palermo, 1994.
4. Brunetto A.,"*L'utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici dei manufatti artistici"* Collana I Talenti, Il Prato, Padova, 2004.
5. Maravelaki-Kalaitzaki P. et al., "*Short free running Nd:Yag laser to clean different encrustations on Pentelic marble: procedure and evaluation of the effects*", "*Journal of Cultural Heritage*", 4, 2003, pp. 77-82.
6. Pellegrino L., Prestileo F., Bruno G., Perrone D., "*Il ruolo del colore per il controllo delle superfici lapidee: tre casi di studio"*, in A. Raggi (a cura di), *"Colore e Colorimetria: contributi multidisciplinare"*, Atti della I Conferenza Nazionale del Gruppo del Colore, Università degli Studi "G. d'Annunzio", Pescara 20-21 ottobre 2005, Collana Quaderni di Ottica e Fotonica, 13, CET, Firenze, 2005, pp. 227-234.
7. Bruno G., Prestileo F., Di Stefano C., Cicero M.G., Pellegrino L., "*Indagine colorimetrica per la pulitura di due statue di epoca romana recentemente rinvenute ad Agrigento"*, in A. Rizzi (a cura di), "*Colore e Colorimetria: contributi multidisciplinare"*, Atti della II Conferenza Nazionale del Gruppo del Colore, Università degli Studi di Milano Bicocca, Milano, 20-22 settembre 2006, Collana Quaderni di Ottica e Fotonica, 14, CET, Firenze, 2006, pp. 113-120.
8. Lorusso S., Gregori L., Prestileo F., Agostinello D., Buonocore F., Marabelli M., Rizzo D., "*Technical and Diagnostic Evaluation of the Mural Paintings Conservation State at the Presbytery of S. Maria del Parto Church (Sutri – Viterbo)"*, in "*Proceedings of 6th International Conference on ND Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage"*, Rome, May 17-20 1999, pp. 797-805.
9. Bracci S., Faletti F., Matteini M., (a cura di), "*Exploring David. Diagnostic Tests and State of Conservation"*, Giunti, Firenze, 2004, pp. 150-153.
10. Aldovrandi A., Matteini M., Moles A., Santamaria U., Vigliano G., "*Indagini scientifiche per lo studio delle superfici marmoree dell' 'Apollo e Dafne' di Gian Lorenzo Bernini"*, OPD, 8, 1996, pp. 30-39.
11. Fischer C., Kakoulli I., "*Multispectral and hyperspectral imaging technologies in conservation: current research and potential applications*", "*Reviews in conservation*", 7, 2006, pp. 3-16.

RICOSTRUZIONE, ANALISI E RESTAURO DI UN ALTARE A BATTENTI DI MARCELLO FOGOLINO NEL GORIZIANO (XVI sec)

Teresa Perusini[*], Nora Krause[**]

[*]EU.CO.RE.sas e Università di Venezia, Via Udine 43,PAVIA DI UD,0432-675018, teresa.perusini@tin.it
[**]Fach-Hochschule,Gruenguertlstrasse120, KOELN,++49 221 2935920, Germania, norakrause@yahoo.de,

Introduzione

In maggio, su commissione della Fondazione Cassa di Risparmio di Gorizia proprietaria delle opere, abbiamo terminato lo studio ed il restauro di 4 tavole**[1]** (due delle quali dipinte su due lati) provenienti dalla Collezione Lantieri ed attribuite a Marcello Fogolino da Giovanni Villa nel 1997. Il restauro, come Brandi auspicava, è stato occasione d'un approfondito studio che, incrociando i risultati della ricerca documentaria, quella storico-artistica e quella tecnico-analitica, ha portato all'acquisizione di molte nuove informazioni che integrano ed in parte modificano quanto finora pubblicato.
Riassumiamo solo qui nell'introduzione i risultati dell'indagine storico-critica meno pertinenti in questo congresso (ed in pubblicazione in un volume a cura della CARIGO):
-Per quanto attiene la ricostruzione del complesso in cui le tavole erano inserite crediamo corretta l'ipotesi di Villa che esse ornassero i battenti di un Fluegelaltar, ma dalla nostra ricerca sono emersi molti nuovi elementi - e anche altre due tavole afferenti allo stesso gruppo – che ci hanno permesso d'avanzare un' ipotesi di ricostruzione dell'altare.
-Per quanto attiene la collocazione originaria dell'altare e la suo committente dalle ricerche storiche e documentarie emerge l'ipotesi che esso fosse in origine nella cappella del castello di Riffembergo e che il suo committente fosse Gasparo Lantieri allora signore del castello e giurisdicente del luogo
-Per quanto riguarda l'analisi storico artistica: Condividiamo per 4 dipinti l'attribuzione di Villa a Marcello Fogolino (alla fine degli anni 40), ma per due di essi, quelle esemplati sulle stampe del Duerer è per noi ravvisabile la mano di un altro pittore, forse oltramontano. I dati tecnico-analitici (riflettografie IR,stratigrafie, analisi del *ductus* e della pellicola pittorica) così come la prassi di lavoro delle botteghe artistiche del Cinquecento confermano, a nostro avviso, questa lettura
Per quanto attiene l'analisi iconografica dalla ricostruzione del contesto storico nella valle del Vipacco e la fede luterana di Gasparo Lantieri si profila un'interessante lettura del complesso interpretabile sia in chiave cattolica che cripto-luterana.
Descriveremo invece qui di seguito dettagliatamente i risultati dell'analisi storico- tecnica e l'intervento di restauro che sono invece *pertinaneti strictu sensu* ad un convegno di restauro. L'intervento, condotto insieme da restauratori italiani e tedeschi,ha permesso il confronto e la discussione delle metodiche proprie alle due tradizioni nazionali sia per il trattamento dei supporti che della pellicola pittorica, mettendo in luce l'importanza d'un continuo confronto sopranazionale nel settore del restauro.

Analisi storico tecnica

Due delle quattro tavole sono più sottili delle altre e dipinte su entrambi i lati. Tutte sono state leggermente resecate ai margini ma su tutte è chiaramente leggibile l'iniziale inserimento in cornici i cui resti cono ancora visibili su due facce. Le due tavole non dipinte sul retro sono più spesse, hanno quasi la stessa misura**[2]** delle altre e sono preparate dipinte sul verso con una uniforme stesura di terra rossa. Tutte quattro le tavole sono in legno di conifera e presentano analoga tecnica costruttiva dei supporti e degli strati pittorici e gli stessi materiali esecutivi .
Su di esse sono raffigurate due serie d'episodi dell'antico e nuovo Testamento facilmente correlabili tra loro (Storie della Passione e prefiguarazioni vetero-testamentarie della venuta e del sacrificio di Cristo). Questi elementi tecnici ed iconografici fanno pensare che le tavole provengono da uno stesso complesso che evidentemente non era l'armadio nella sacrestia del castello di Riffembergo in cui all'inizio del Novecento erano malamente rabberciate (Archivio Lantieri)
La presenza delle due tavole dipinte su entrambi i lati ha fatto quindi giustamente ipotizzare a Villa la collocazione originale delle tavole in un altare a battenti (o, come seconda ipotesi in un organo positivo).
I supporti delle 4 tavole Lantieri sono costruiti in tavole di conifera**[3]**di taglio appena tangenziale ed incollate tra loro tutte nello stesso senso di accrescimento del tronco.
Le due tavole dipinte su un solo lato sono assottigliate sui margini verticali per facilitare il loro inserimento nella cornice. La tavola Con il giudizio di Salomone è ulteriormente assottigliata a sega sul retro per circa 6-10 cm. verso il lato superiore e quella con il Serpente di Bronzo verso il lato inferiore, il che fa pensare ad un loro possibile montaggio una sopra l'altra nella stessa cornice in quel punto particolarmente stretta Sul verso delle

tavole dipinte su un solo lato si intravedono sotto la preparazione tracce di lavorazione con una sgorbia "ad unghia" .
Il recto delle tavole è stato appianato invece con una pialla i cui segni sono ancora visibili sui margini non preparati perchè originalmente coperti dalla cornice. Qui sono visibili anche le incisioni eseguite con una punta metallica per delimitare i campi da dipingere, tutte le tavole infatti dovevano essere originalmente inserite in cornici. Il supporto ligneo ora a vista lungo i margini ed alcuni indizi tecnici fanno capire che la preparazione è stata stesa quando le tavole erano già montate nelle cornici.
Alla prima fase della lavorazione delle tavole risale probabilmente anche la sistemazione dei nodi ed irregolarità del legno con filaccia o tela di lino stesa con colla ad isolare la soprastante preparazione. Le zone così trattate sono molte, ma l'improprio uso di questa tecnica - già consigliata da Cennini**[4]**, ma insieme all'asportazione dei nodi o irregolarità del legno – è all'origine del difetto tecnologico che ha creato gravi danni alla pellicola pittorica nell'invecchiamento.
Il trattamento dei difetti del legno appare infatti frettoloso ed ineguale. Sulle quattro le tavole si trovano infatti nodi e imperfezioni coperti alternativamente da tela o filaccia oppure propriamente asportati, riempiti con pezzi di legno omogeneo e ricoperti da impannaggio. Anche le commessure tra le tavole dei supporti sono parzialmente impannate.
In ogni modo la lavorazione omogenea di tutti i supporti conferma la nascita contemporanea delle tavole nella stessa bottega. Anche le tavole con Il sacrificio di Isacco e La Crocifissione ritrovate al Museo di Gorizia **[5]** per la lavorazione dei supporti, preparazione e pellicola pittorica mostrano la medesima tecnologia,in esse tuttavia due invasivi interventi novecenteschi hanno distrutto molti dati che oggi sarebbero preziosi per la lettura comparata.
Infatti lo smontaggio dalle cornici e l'esame del retro di questi dipinti ci hanno permesso di appurare che essi sono ricavati dalla segagione a mezzo della medesima tavola di conifera dipinta sui due lati come quelle del gruppo Lantieri (ad esempi tavole ricavate da tagli quasi radiali). Il sottilissimo strato di legno di conifera originale (ca. cm.0.4) è stato poi incollato su un foglio ligneo e questo a sua volta bloccato successivamente con una fitta parchettatura fissa in compensato marino**[6]**. Anche queste tavole, come quelle Lantieri, mostrano sui bordi, in parte ridotti, i segni dell'iniziale inserimento in cornici.
Preparazione Anche la preparazione, come la lavorazione dei supporti, è omogenea sulle 4 tavole Lantieri, confermando la loro origine comune.La carica è costituita da gesso (con impurezze silicatico-argillose)**[7]** ed il legante da colla animale (con aggiunta di poco olio siccativo) secondo la classica tradizione italiana.La preparazione è costituita da due strati sovrapposti, come consiglia Cennino8. Le sezioni trasversali evidenziano chiaramente i due strati così come la maggiore percentuale di colla ed olio presente nel "gesso sottile". Molte stratigrafie, soprattutto all' UV, evidenziano chiaramente anche lo strato di chiusura (proteico-lipidico; prob.colla ed olio) steso per evitare l'assorbimento del legante dello strato pittorico soprastante.Le analisi chimico-stratigrafiche della preparazione sono state condotte su 8 campioni prelevati da 5 facce dipinte: su di essi sono stati eseguite: analisi alla microsonda elettronica (EDS), analisi spettrofotometrica all'infrarosso (FT/IR), sezioni lucide trasversali osservate al microscopio elettronico sia in luce naturale che UV e su cui sono state effettuate colorazioni istologiche con amido black e red oil.
Anche le tavole con Il sacrificio di Isacco e La Crocifissione ritrovate al Museo di Gorizia mostrano uguale stesura della preparazione ad anche su di esse si vede che la preparazione, come nelle tavole Lantieri, è stata stesa sulle tavole già montate nella cornice (cioè con il supporto originario, costituito dall'intero battente, completato).Le due tavole dipinte su un solo lato (Mosè ed Aronne di fronte al Faraone e il Giudizio di Salomone) mostrano sul verso una liquida preparazione a gesso e colla coperta poi da un sottile strato di pittura a terra rossa (sono visibili i segni della stesura con un pennello largo) cui non è seguita levigatura come sul recto. Questa stesura, che aveva un'evidente funzione conservativa, era usuale sul retro delle Standflügeln (cfr.altare di Michele Parth a Povolaro del 1541). Come normalmente avviene nei Flügelaltäre del Quattro e Cinquecento, anche in questo caso la pittura del retro è legata a colla ed ha quindi il tipico aspetto magro ed opaco di questa tecnica.La sottile preparazione e la pittura a colla hanno comunque assolto la loro funzione in quanto le due tavole si presentano oggi sostanzialmente in piano.
Disegno preparatorio:Solo nella tavola raffigurante l'Ultima cena, sono visibili incisioni dirette nella preparazione in corrispondenza delle architetture nella parte superiore della tavola. La finestra rotonda sul muro di fondo ad esempio è tracciata con un compasso del quale è ben visibile ancora il foro della centratura.Forse perchè nelle altre tavole non vi sono complicate architetture non sono state necessarie le incisioni con le quali normalmente a quest'epoca, sia su tavola che su muro, venivano tracciati i disegni architettonici, ma è possibile che qualche incisione sia stata coperta dallo spessore dello strato pittorico, soprattutto nelle scene dell'antico Testamento.
Per quanto riguarda invece il disegno preparatorio s'è già detto della diversità fra il disegno delle tavole dell'Antico e quelle del Nuovo Testamento. Il disegno soggiacente le prime è infatti costituito da rapidi e compendiari tratti a carboncino non molto difformi dai disegni noti di Marcello Fogolino.Il disegno è tracciato a mano libera direttamente sulla preparazione con pochi tratti a carboncino che delineano le figure, senza

indicazione di chiaroscuro che è ottenuto poi col solo colore secondo una prassi comune all'epoca ai pittori veneti. In alcuni punti il disegno a carboncino pare ripreso anche a pennello.
Le tavole della Passione invece sono caratterizzate da un disegno preciso ripreso con un tratto sicuro e dettagliato con un liquido inchiostro blu secondo una tecnica che, a quest'epoca, caratterizza piuttosto i pittori nordici. Anche ipotizzando che il modello incisorio da Dürer abbia influito sulla tecnica del disegnatore è difficile pensare che i disegni dei due gruppi di tavole siano dalla stessa mano.
Possiamo ipotizzare quindi che il disegno delle tavole della Passione sia stato affidato da Fogolino ad un aiuto: era questa infatti una prassi usuale nelle botteghe di pittura all'epoca se si trattava di copiare un modello dato.**[9]**Tuttavia, poiché anche la tecnica pittorica dei due gruppi di tavole è abbastanza diversa pensiamo che le tavole della Passione non siano dipinte da Fogolino, ma da un altro pittore, forse tedesco, che lavorava per lui.
La velocità e sicurezza del disegno - tracciato con un sottile pennello intinto in un liquido colore blu - fa pensare al ripasso da cartone: Il fatto che non siano leggibili sulla preparazione tracce di spolvero né segni di ricalco in carbone non ci permette di escludere questa tecnica.**[10]**Del resto nel campione nr.5 sulla tavola con l'Incoronazione di spine**[11]** in corrispondenza della consueta chiusura oleo-proteica della preparazione si intravedono dei frammenti di neri che potrebbero essere interpretati come tracce di un segno a carboncino. Ad ogni modo il tratto rapido e personale con cui è tracciato il disegno a pennello ci conferma che siamo di fronte ad un aiuto di una discreta levatura.

Pellicola pittorica:Come per i disegni preparatori anche la per la stesura della pellicola pittorica le tavole della Passione si differenziano da quelle del Vecchio Testamento. Queste ultime hanno infatti una pellicola pittorica più spessa e "granulosa" che non si ritrova nelle scene della Passione caratterizzate da una pellicola pittorica sottile con una caratteristica crettatura "a buccia d'arancia" su alcuni pigmenti (come lacca ed azzurri), errore tecnico che non compare sulle tavole vetero-testamentarie. I pigmenti utilizzati sono quelli comunemente in uso in una bottega cinquecentesca del nord-est d'Italia (per quanto potuto esperire dai riconoscimenti chimici ovviamente non estesi a tutte le campiture e pigmenti presenti) e sono più o meno gli stessi su tutte le tavole.La tavolozza è piuttosto limitata:si tratta di ca.8/10 pigmenti in tutto. L'unico pigmento bianco evidenziato è la biacca. Tra i rossi il cinabro, minio, la lacca rossa e terra rossa. Come di consueto a quest'epoca gli strati rossi scuri sono costruiti con la lacca, scura ma meno coprente, stesa sopra uno strato composto da biacca, cinabro poco lacca e nero**[12]**.Le analisi alla microsonda elettronica (EDS) rilevano la lacca rossa fatta adsorbire su polveri sia di allumina sia di natura silicatica il che naturalmente è da mettere in relazione al loro processo di fabbricazione ben descritto già da Cennini. Tra i verdi è stato individuato il resinato di rame perlopiù mescolato alla biacca o al giallorino per ottenere gli strati chiari ed utilizzato da solo per le velature superficiali più scure (esattamente come la lacca, il colorante organico omologo per le campiture rosse).
Tra gli azzurri è sta identificata analiticamente l'azzurrite.Gli stati azzurri chiari nei cieli sono costruiti con miscele di biacca con disperse poche particelle di azzurrite .Così ad es. è fatto il cielo nel dipinto con Mosè ed Aronne di fronte al Faraone. In questo caso però lo strato di biacca e azzurrite è steso su un primo strato grigio composto di biacca nero pochi frammenti di azzurrite con evidente funzione di imprimitura**[13]**.Nella tavola con l'incoronazione di spine invece si può notare un altro uso dell'azzurrite per ottenere un colore blu scuro: su una sottile imprimitura di nero carbone è steso uno strato di azzurrite macinata grossa con frammenti di lacca rossa**[14]**. Non si notano però strati di lacca soprammessi a strati di biacca ed azzurrite che sono comuni nelle pellicole pittoriche venete del Cinquecento .
Tra i gialli il giallorino (giallo di piombo stagno) è perlopiù mescolato con la biacca ed il resinato di rame per ottenere i verdi chiari.. Fra i neri risulta identificato il nero di vite (dipinto IIa camp.2)ed il nero d'ossa: alle analisi risulta infatti identificato il fosfato di calcio che identifica quest'ultimo pigmento.
La costruzione della pellicola pittorica appare relativamente semplice: normalmente in uno o due strati: Non compare la complessa sovrapposizione di strati pittorici che caratterizza i dipinti dei grandi pittori veneti del primo Cinquecento**[15]**, né il loro complicato e sapiente uso di imprimiture e velature (se escludiamo le imprimiture nere e grigie sotto gli strati di biacca ed azzurrite legate forse più allo scarso potere coprente ,ed alto costo, ded pigmento che ad un preciso Kunstwollen). Gli incarnati, sia nelle tavole del Vecchio che in quelle del Nuovo Testamento, sembrano ottenuti con un solo strato composto sostanzialmente da una matrice di biacca**[16]** in cui sono disperse poche particelle di cinabro.
Come legante sembra essere stato impiegato ovunque un olio siccativo anche se in alcune campiture ad azzurrite è ipotizzabile anche l'impiego di un legante proteico**[17]**: La campitura a terra rossa sul retro delle tavole con L'innalzamento del serpente di Bronzo ed il giudizio di Salomone,è invece realizzata con un legante a colla come evidenzia all'esame visivo il suo aspetto opaco e polveroso.

Stato di conservazione

Come abbiamo fatto per quanto riguarda la tecnica esecutiva, descriveremo anche gli interventi succedutesi sulle tavole secondo una sequenza spaziale - dal supporto alla vernice - essendo quella temporale piuttosto

incerta. Ove possibile cercheremo comunque di datare gli interventi, numerosi e piuttosto invasivi, che hanno interessato sia gli strati pittorici che i supporti.
Il primo intervento ricostruibile in ordine di tempo fu lo smontaggio delle tavole dall'altare.**[18]**Ad esso risale verosimilmente l'asportazione dalle cornici e forse già la segagione dei margini delle tavole con Il giudizio di Salomone e Il serpente di bronzo**[19]**. Oggi non è possibile dire se il rimpicciolimento delle tavole fu dovuto a rotture createsi nello smontaggio oppure all'inserimento delle tavole nell'armadio di sacrestia a formare il quale le tavole sono rimaste fino ai primi Novecento.
Verosimilmente a quest'epoca risale anche un reincollaggio delle tavole lungo le giunzioni probabilmente già indebolite dall'attacco degli insetti xilofagi (favorito dalla presenza del glutine delle colle)**[20]**e , forse, dai movimenti prodotti per staccare le tavole dalle cornici che le bloccavano nel complesso originale.**[21]**Anche questo reincollaggio è stato eseguito con colle animali, come l'originale.**[22]** Forse risale questo intervento anche la stuccatura delle gallerie dei tarli con un impasto di olio e pigmenti siccativi come biacca e minio (dipinto III, camp.3), anche se per i materiali e la tecnica potrebbe trattarsi anche d'un intervento più antico23. Ad olio sono stati eseguiti anche i ritocchi.
Lo stesso impasto oleo-resinoso è stato usato anche per il riempimento delle cadute della preparazione pellicola pittorica in corrispondenza dei difetti del supporto ricoperti in modo improprio da colla e filaccia . Di certo né in questo intervento né in quelli successivi (compreso il nostro) s'è più potuto rimediare alla deformazione irreversibile della pellicola pittorica indotta dalla risposta differenziata dei materiali (colla, filaccia ecc…) soprammessi ab origine ai difetti del legno. Come s'è già detto a questo difetto tecnico si deve un danno conservativo tipico di tutte le tavole all'invecchiamento.**[24]**
Un secondo intervento di restauro è pure riscontrabile su tre tavole Probabilmente il nuovo intervento s'era reso necessario per la fragilità degli incollaggi , di sezione molto sottile, sul legno fortemente ammalorato dall'attacco degli insetti xilofagi. Per ovviare alla fragilità della giunzione delle tavole, il nuovo incollaggio (sempre con colla animale) è stato rinforzato con due traverse inchiodate sul verso.**[25]** I chiodi lavorati a macchina ci permettono di datare l'intervento al XX secolo. Purtroppo i chiodi erano infissi fin quasi allo strato del colore per cui l'aumento dimensionale del ferro ossidato ha portato a nuovi sollevamenti e la cadute della pellicola pittorica.Per la stuccatura, nel nuovo intervento, è stata impiegato uno strano impasto composto da colla, gesso e carta pesta.**[26]** Ad un intervento ancora successivo si deve una nuova chiodatura delle traverse ed un nuovo intervento di stuccatura (con cera) e ritocco delle lacune.
Sulla tavola dipinta sui due lati con Il Cristo deriso e Mosè ed Aronne di fronte al Faraone due tasselli in legno di conifera sono stati incollati senza complimenti sopra la pittura dopo aver asportato con una pialla la pellicola pittorica e la preparazione originale(per ca. cm 5 X 20) .La colla animale, molto forte, dove è sbordata sopra la pittura originale ha prodotto il suo strappo. La tecnica di lavoro ed i materiali sono molto simili a quelli delle due traverse sul retro del Giudizio di Salomone e Il serpente di bronzo sicchè è ipotizzabile che gli interventi siano coevi entrambi quindi collocabili già nel Novecento.La brutalità e sommarietà degli interventi fa comunque ritenere che le tavole erano già riutilizzate in un contesto minore (l'armadio di sacrestia) in cui s'era persa nozione della loro qualità originaria forse anche perché le vernici fortemente imbrunite e le cadute della pellicola pittorica ne rendevano difficile la lettura.
Il fatto che i tasselli in legno siano stati incollati sopra il Cristo deriso ci fa pensare che questa scena fosse ancora, come forse era stata nell'altare, sulla faccia interna dei battenti dell'armadio di sacrestia in cui le tavole erano state riutilizzate.
Infatti, oltre alla tecnica pittorica leggermente diversa, possono essere state solo le diverse condizioni di conservazione delle tavole sul lato interno dei battenti (più riparate dalla luce e dalle variazioni termoigrometriche nei giorni feriali in cui l'altare restava chiuso) a garantirne la migliore conservazione e la minore crettatura . Il loro essere meglio conservate, perché sulla faccia interna delle ante, le ha verosimilmente preservate anche dalle estese ridipinture che invece caratterizzano le 4 scene del vecchio Testamento.
Sembra comunque che le tavole dipinte sui due lati, quindi sui battenti nella parte centrale dell'altare, siano meglio conservate di quelle dipinte su un solo lato collocate verosimilmente sulle Standfluegel normalmente soggette a maggiori escursioni termiche e interventi antropici.
Alle prime è verosimilmente da imputare l'evidente crettatura , ai secondi le numerose ridipinture che hanno finito per ricoprire quasi il 70%della superficie dipinta in queste due tavole.
Infatti L'innalzamento del serpente di bronzo e Il giudizio di Salomone presentavano una spessa e quasi totale ripassatura per chiudere lacune e nascondere la crettatura molto aperta.
Queste ridipinture erano perlopiù stese in due strati: uno inferiore che fungeva da fondo, opaco e spesso, ed uno superiore più sottile che costituiva il ritocco vero e proprio.**[27]**
Purtroppo sotto le ridipinture sono apparsi i segni delle drastiche puliture che le avevano precedute: In particolare i colori più delicati(gialli, rossi, bruni) risultano asportati fin quasi alla preparazione e poi ricoperti da una spessa vernice scura. **[28]** Questo strato composto da un olio siccativo ed una vernice (forse dammar) è stato steso verosimilmente in tempi recenti - ricopre infatti gli ultimi interventi - ma appare fortemente imbrunito forse per un difetto dei materiali originali o forse per una pigmentazione.

Solo la tavola che non aveva quasi subito interventi (L'ultima cena/Adorazione del vitello d'oro)) all'asportazione della spessa vernice scurita ha presentato la pellicola pittorica senza abrasioni , con velature e resinati quasi integri. Anche in questo caso dunque s'è tristemente constatato che gli interventi antropici sono stati una delle principali cause di degrado delle opere.

Peggiore, per quanto riguarda i supporti, è la condizione dei due dipinti ritrovati ai Musei Provinciali di Gorizia.Come s'è detto infatti la tavola di supporto è stata resecata a mezzo per separare le due facce dipinte e le due sottili metà (la tavola- come quelle lantieri dipinte sui due lati- non doveva essere più spessa di 8/10 mm) sono poi state incollate su un altro sottile supporto ed infine bloccate da una fitta parchettatura fissa realizzata in compensato marino forse risalente all'intervento documentato del prof. Gregoretti di Milano degli anni 70.**[29]**

A questo intervento verosimilmente risale anche la pulitura stuccatura e reintegrazione pittorica dei dipinti. L'intervento, piuttosto esteso, ha portato alla cancellazione di alcuni indici tecnici di questo gruppo di tavole come i rigonfiamenti dovuti alle stesure di filaccia.

Intervento di restauro. Introduzione

L'intervento qui descritto è il risultato del praticantato di sette mesi di Nora Krause presso il Laboratorio EU.CO.RE. sas di Pavia di Udine e l'Università di Venezia (dove lavora ed insegna Teresa Perusini). Il lavoro qui descritto è quindi il risultato della mediazione, non sempre immediata, che le autrici hanno dovuto fare delle tradizioni di restauro, rispettivamente italiana e tedesca, in cui si sono formate. E' sembrato tuttavia molto fecondo l'obbligo reciproco di motivare e discutere ogni scelta. Una volta di più si è toccata con mano l'importanza degli scambi internazionali nella formazione primaria e permanente dei restauratori

Operazioni di restauro sul supporto

Ricostruzione delle parti mancanti del supporto **[30]**

Il pessimo stato di conservazione dei supporti ha costretto ad interventi molto importanti sulle parti lignee ed in particolare alla ricostruzione della materia lignea mancante. Si sono utilizzati materiali diversi in relazione all'entità delle lacune ed al compito precipuo che la materia doveva svolgere in una determinata posizione:

-Per il riempimento delle grandi mancanze nel cuore delle tavole si sono impiegati stecchini di balsa con uno stucco-collante a (a base di Plextol B500 e microsfere di vetro).

- Per i nuovi incollaggi delle fughe invece è stato utilizzato lo stesso stucco-collante (Plextol B500 + microsfere cave in vetro della Ditta Phase) che serviva contemporaneamente per riempire le mancanze del legno e per l'incollaggio delle tavole.

Ricostruzioni con stecchini di balsa. Impostazione del problema Le tavole, con l'esclusione della tavola con L'ultima cena- adorazione del vitello d'oro, presentavano gravi perdite di materia lignea dovute principalmente a due cause. La prima costituita dalle grandi gallerie scavate dalle larve dell' Hylotrupes bajulus: La loro dimensione (2/3 mm) faceva sì che anche dopo il consolidamento (con Paraloid B72 in toluolo) le sottili lamelle di legno residuo non avevano riacquistato stabilità e la pellicola pittorica rischiava ancora, come in passato, di franare nelle gallerie. La seconda, legata alla prima, era dovuta alle stuccature con un impasto ad olio delle ampie lacune dove la pellicola pittorica, spezzandosi in passato sulle gallerie, aveva creato gravi mancanze del tessuto figurativo. L'impasto rigido e duro delle stuccature, steso in modo non omogeneo e parzialmente anche sopra la pellicola pittorica originale, andava assolutamente rimosso per motivi conservativi ed estetici. Scelta del materiale La scelta degli stecchini di balsa è legata soprattutto alla somiglianza e compatibilità con il materiale originale il cui comportamento segue nelle variazioni termoigrometriche. Questo materiale inoltre si lascia facilmente intagliare e lisciare ed è un ottimo supporto per la successiva stesura della preparazione e ritocco come avveniva nella tecnica storica.**[31]** Un ulteriore vantaggio della balsa è la sua "debolezza" per cui la compattezza del materiale di riempimento è inferiore a quella del legno originale ed il primo rimane quindi comprimibile alla variazioni termoigrometriche**[32]**. Infine gli stecchini di balsa possono essere facilmente sagomati in forme diverse così da poter seguire con relativa facilità le diverse forme delle lacune.

Modo d'impiego: Per i riempimenti sono stati impiegati stecchini di piccole dimensioni – 2x2mm, 3x3mm,5x5mm.- introdotti nel senso della fibra del legno originale iniziando sempre dal margini inferiori ed esterni delle lacune per completare il riempimento nella parte centrale della lacuna al livello della pellicola pittorica. I listellini di balsa sono stati incollati fra di loro con Plextol B500, tenendoli sotto peso o bloccandoli nella loro posizione fino alla pressa del collante con altri listellini dello stesso materiale. La scelta del Plextol è stata fatta per la sua buona tenuta all'invecchiamento **[33]** ed anche perchè lo stesso materiale era stato impiegato per la composizione dell'impasto collante per la giunzione delle tavole, sempre con l'aggiunta di microsfere di vetro come carica perché le altre cariche testate avevano rivelato inferiori prestazioni nelle prove sui modelli. **[34]** Questo stucco è stato inserito negli anfratti nascosti profondamente sotto la pellicola pittorica o in quelli che per la loro forma era difficile riempire con gli stecchini di balsa, per quanto piccoli.

Stucco –collante per l'incollaggio delle tavole. Impostazione del problema

Come s'è detto in un precedente restauro - per le precarie condizioni del legno lungo le fughe - le tavole dopo l'incollaggio, erano state fissate anche con l'incollaggio di una tavoletta ortogonale (sul L'incoronazione di

spine) e l'inchiodatura di due traverse (sulle tavole dipinte su un solo lato). Le traverse ed listello costituivano non solo un problema estetico (soprattutto il listello incollato sul dipinto) ma anche conservativo,**[35]** perché i rigidi bloccaggi avevano causato la creazione di fessurazioni secondarie nel legno. Per questo s'è deciso di rimuovere le traverse e di riaprire la fuga centrale delle tavole.
Quando le fughe sono state liberate dalle diverse stuccature che le ricoprivano s'è evidenziata la grande mancanza del supporto ligneo originale in corrispondenza della giunzione, cosicché sarebbe stato impossibile un nuovo incollaggio senza il ricostruzione delle parti mancanti. Del resto per i motivi sopradetti era fuori discussione un nuovo fissaggio con elementi esterni od anche mediante perni metallici o in legno (questi ultimi anche per l'estrema sottigliezza della tavola dipinta sui due lati).
I materiali scelti per il nuovo incollaggio dovevano d'un lato garantire l'incollaggio dei due pezzi della tavole senza l'aggiunta di elementi esterni e dall'altro reintegrare le grandi mancanze del supporto ligneo in corrispondenza delle fughe. S'è deciso dunque di sviluppare la ricerca d' uno stucco-collante che potesse svolgere entrambe le funzioni.
Ricerca del materiale Assieme alle caratteristiche generali di reversibilità e buona tenuta anche nell'invecchiamento, lo stucco-collante che cercavamo doveva avere anche una buona lavorabilità ed una risposta alle variazioni termoigrometriche simile a quella del legno originale. Oltre a ciò doveva anche garantire:
-Il riempimento delle lacune del legno nello stesso momento del l'incollaggio
-Un tempo di presa abbastanza lungo così da permettere un omogeneo rimescolamento della carica con il legante e la sistemazione a filo perfetta delle tavole dipinte
-La perfetta tenuta dell'incollaggio anche nell'immediato per le sollecitazioni cui le tavole erano soggette durante le fasi successive del restauro.
Per la scelta dei materiali più idonei sono stati provati diversi collanti (Paraloid B72, Araldit LY 554 della Ciba, Plextol B500, Vinavil 59) con la medesima carica costituita da microsfere cave di vetro.**[36]** Le microsfere cave di vetro sono state scelte per le loro buone caratteristiche come inerti. Infatti per la loro misura micrometrica e la forma di sfere cave è possibile ottenere con esse masse leggere ed elastiche che abbisognano di una bassa quantità di adesivo e danno quindi poco ritiro, e fessurazioni nell'asciugatura. Inoltre esse sono inerti chimicamente, hanno buone prestazioni nell'invecchiamento,e sono di colore bianco e quindi particolarmente adatte per stucchi che debbono essere intonati cromaticamente.**[37]**
Per l'esecuzione delle prove si sono costruite due serie di modelli. Nella prima si è provato ad incollare due pezzi di legno di conifera (lo stesso delle tavole) con questo stucco-collante avendo cura che dopo la messa in pressa le fughe avessero almeno 2/3 mm di spessore come nell'originale.
Nella seconda serie di prove s'è cercato invece di imitare la superficie "butterata" dalle profonde gallerie dei Bajulus che caratterizza le facce dei dipinti mediante solchi fatti con la sega o buchi con il trapano. Come le tavole originali anche il legno dei modelli è stato impregnato con il Paraloid B72.
La prima serie di prove -gli incollaggi-dopo l'asciugatura di circa 48 ore , strette nei morsetti, è stata sottoposta a prove di rottura sotto uno sforzo costituito da una pressione crescente applicata manualmente sopra un angolo rigido. Dalle prove di rottura è risultato che lo stucco-collante a Vinavil 59 ed a Plextol B500 con microsfere di vetro, ha dato le migliori prestazioni di resistenza dimostrando tuttavia anche che, aumentando il carico, la rottura avveniva lungo la giunzione dell'impasto collante senza portare quindi a nuove fratture nella materia originale.Ma poiché la larghezza delle fughe raggiungeva in alcuni punti una ragguardevole distanza (centimetrica) si è approntata anche un'altra serie di prove per testare il comportamento di un maggiore spessore dello stucco-collante.
A questo scopo si sono riempiti tappini di omogeneizzati con uguali concentrazioni legante-inerte 1:1**[38]**.Entrambi gli impasti provati – sia a Vinavil® 59che a Plextol B500 – hanno dimostrato ottima tenuta e l'assenza di fessurazioni da ritiro all'asciugatura.Tuttavia la massa con il Plextol B500 risultava troppo morbida anche dopo lunghi periodi di asciugatura per garantire un incollaggio sicuro, per questo s'è deciso infine di usare per l'incollaggio lo stucco-collante legato con il Vinavil 59.
Modo d'impiego Al fine di allungare il tempo di presa , una volta miscelata la carica con il legante, lo stucco-collante è stato conservato in una pellicola trasparente(tipo domopack). Il tempo di presa del legante in queste condizioni si è valutato di ca.15 minuti.Poiché dalle prove di ricostruzione si è visto che la tenuta dello stucco-collante decresceva in modo direttamente proporzionale alla larghezza delle fughe**[39]** si è cercato per quanto possibile di ridurre lo spessore delle fughe ricostruendo per quanto possibile la materia lignea mancante con i bastoncini di balsa come descritto al capitolo precedente.
Prima della stesura dello stucco-collante le fughe originali sono state bagnate con vinavil per evitare che l'adesivo fosse assorbito nel legno dall'impasto rendendo il collante troppo debole. Per evitare la fuoriuscita dell'impasto collante sulle superfici dipinte durante l'ammorsatura delle tavole la pellicola pittorica, per circa 2/3 cm in corrispondenza delle fughe, è stata isolata con ciclododecano puro sciolto a bagnomaria e steso a pennello sulle superfici.

Operazioni sulle superfici dipinte
Fissaggi parziali ed interinali Esposizione del problema

L'asportazione delle traverse e del listello incollati nel precedente intervento, per evitare danni alla superfici dipinte, è avvenuta segandoli in piccoli pezzi fino quasi alla faccia dipinta. Il sottile strato di legno e di colle residue sono poi stati asportati con solventi idonei in modo da preservare la preparazione ed il colore originale che si trovava sotto le traverse.
Per la scelta del fissativo temporaneo era fondamentale che il materiale prescelto non causasse alterazioni cromatiche ad esempio sulla preparazione a gesso e colla coperta d'uno magro colore rosso steso a colla sul retro delle tavole dipinte su un solo lato. Su questa stesura sensibilissima sarebbe stato difficile utilizzare velinature con collanti acquosi , mentre quelli non acquosi avrebbero portato una alterazione cromatica dello strato magro e opaco.
Scelta del materiale Per questi motivi per i fissaggi interinali è stato scelto il ciclododecano fluido. Questo materiale è impiegato nel restauro dal 1995**[40]** per usi diversi41. Il ciclododecano (C12 H 24) appartiene agli idrocarburi aliciclici ed ha, a causa delle sua alta tensione di vapore (a 20 °C ca.0,1) la caratteristica di sublimare a temperatura ambiente e quindi di avere una reversibilità totale senza lasciare residui.42Il ciclododecano ha inoltre una ottima compatibilità con gli altri materiali perché a causa della sua struttura molecolare è molto stabile e non reattivo. **[43]**
La sua temperature di scioglimento è tra i 58 ed i 61 °C, è idrofobo e , per quanto concerne la sua stesura su superfici dipinte ha il pregio di essere solubile in solventi innocui come le benzine rettificate.Il Cicoldodecano può dunque essere riscaldato e steso liquido tal quale oppure essere diluito in benzina o cicloesano.**[44]**
Metodo d'applicazione Per proteggere la pellicola pittorica durante il restauro del supporto il fissativo-protettivo interinale andava steso in uno strato compatto e spesso.Perciò il Ciclododecano è stato riscaldato a bagno-maria e steso a pennello tal quale una volta fluidificato sul recto e verso delle tavole lungo le giunzioni.
Alcune zone sono state ulteriormente protette con la stesura di una carta giapponese.
Per minimizzare l'evaporazione del ciclododecano durante il riscaldamento si è avuta cura di tenere il contenitore chiuso.Durante la stesura del ciclododecano bisognava comunque avere l'accortezza di stenderlo il più velocemente ed il più caldo possibile sulle parti da trattare prima che si risolidificasse e rendesse impossibile la stesura di un film omogeneo.Lo strato di ciclododecano così ottenuto - semitrasparente e con una consistenza cerosa - non ha indotto alcuna variazione nella magra stesura a colla e terra rossa sul retro delle tavole. Come s'è detto il ciclododecano è stato impiegato anche per proteggere la pellicola pittorica durante il reincollagio dei supporti in particolare dalla fuoriuscita del collante-stucco lungo le fughe strette nelle morse. La sublimazione del materiale è durata da una fino a quasi due settimane permettendo così il completamento di tutti i lavori iniziati.

Fissaggio della pellicola pittorica

Impostazione del problema Come s'è detto (cfr. capitolo sullo stato di conservazione) il pittore aveva coperto con parziali impannaggi in tela di lino o filaccia le irregolarità del legno. A causa delle diversa risposta di questi materiali alle variazioni termoigrometriche in queste zone la pellicola pittorica si era gonfiata e sollevata dal supporto. Il problema era particolarmente evidente sul verso delle due tavole dipinte su un solo lato. Qui infatti la magra e porosa stesura rossa a colla sulla preparazione ugualmente a gesso e colla era particolarmente sensibile alle variazioni d'umidità e doveva essere fissata con un materiale che avesse ottima penetrazione, buon potere collante, non alzasse il tono o la saturazione del colore né creasse gore.
Scelta del materiale La ditta Lascaux, assieme alla Soprintendenza svedese ha sviluppato negli ultimi anni un nuovo consolidante: il Medium for consolidation (MfK)pensato in particolare per la pellicola pittorica delle sculture lignee e delle tavole.**[45]**Esso si contraddistingue per la piccolezza delle molecole, la bassa viscosità e tensione superficiale che garantiscono una ottima penetrazione.Il MfK è consigliato anche per il consolidamento di pellicole pittoriche opache e sensibili all'acqua.**[46]** Anche i test d'invecchiamento del MfK hanno dato buoni risultati **[47]** e dopo la presa i residui del collante in superficie possono essere rimossi con acetone o xilolo.**[48]** Tuttavia dalle prove eseguite dalle autrici s'è visto che sulla stesura a tempera a colla sul retro delle tavole il MfK portava comunque ad un innalzamento del tono e della lucentezza per cui alla fine in questa parti è stato fatto il consolidamento utilizzando metilcellulosa (Tylose MH 300).La Tylose MH 300 è una metil-idrossi-etil-cellulosa **[49]** che appartiene quindi agli eteri della cellulosa solubili in acqua. In molti studi questo copolimero viene considerato più stabile all'invecchiamento di altri eteri della cellulosa.**[50]** Oltre a ciò è praticamente priva di germi e piuttosto resistente ai microrganismi**[51]** cosicché il suo impiego nel restauro appare piuttosto sicuro.
Metodo d'impiego Per il consolidamento delle parti a tempera a colla sul retro dei dipinti è stata dunque impiegata la Metilcellulosa e per la pellicola pittorica il Medium for consolidation della Lascaux. Sia il MfK che la tilosa sono stati applicati a pennello sotto i sollevamenti e le parti consolidate sono state poi fatte asciugare

sotto peso: la Tylosa è stata impiegata al 5%, il MfK invece tal-quale fornito dalla ditta produttrice senza ulteriori diluizioni.Le parti rosse a tempera a colla sono state poi tutte impregnate con Tylosa al 5%, si è potuto così consolidare il colore pulverulento e decorso senza variare otticamente l'aspetto opaco del colore.

Pulitura .Rimozione delle vernici e delle ridipinture
Impostazione del problema

Su tutte le tavole apparivano numerose ed ampie ridipinture stese in tempi successivi per coprire mancanze, crettature, spuliture e stuccature ecc.Infine su tutte le tavole nell'ultimo restauro era stata stesa un nuova vernice . Quest'ultima risulta dalle indagini essere a base di olio ed una resina, probabilmente dammar**[52]**. Poiché- come appare chiaramente dalle stratigrafie**[53]** - la vernice penetra nelle crettature della pellicola pittorica non può trattarsi di quella originale. Questa vernice appariva inoltre estremamente scurita ed assieme alle numerose ridipinture rendeva la pellicola pittorica quasi illeggibile. Per questi motivi- dopo che piccoli tasselli di pulitura avevano dimostrato la consistenza della pellicola originale- s'è deciso di rimuovere sia l'una che le altre.
Scelta dal materiale
Naturalmente dopo la scelta della rimozione, in base all"istanza estetica" si è posto il problema tecnico della sua esecuzione.Per i test di solubilità è stato impiegato il test di Wolbers nella redazione leggermente modificata da Cremonesi . Dai test è risultato che sia la vernice che le ridipinture erano rimuovibili con acetone. L'acetone tuttavia evaporava troppo velocemente per asportare completamente la vernice cosicché erano necessari numerosi passaggi per rimuoverla totalmente, inoltre, per la velocità d'evaporazione del solvente, si formavano sbiancamenti sulla pellicola pittorica.. Per aumentare dunque il tempo di contatto del solvente e diminuirne il tempo di evaporazione si è deciso quindi di usare l'acetone in forma gelificata. Wolbers -per aumentare il tempo di evaporazione ed evitare la diffusione del solvente negli strati pittorici dei solventi solubili in acqua - consiglia l'utilizzo di metilcellulosa o idrossipropilcellulosa . Secondo lo studioso gli eteri della cellulosa hanno anche il vantaggio di favorire l'emulsione delle sostanze disciolte.**[54]**
Oltre a ciò in forma gelificata l'azione del solvente è molto più controllabile, perché in ogni momento il gel può essere rimosso.**[55]**

Metodo d'impiego

Dopo una prima pulitura a stoppino con acqua per asportare la polvere ed il particellato la vernice è stata quindi rimossa con un solvente composto da acetone e metiletilchetone(10:1) gelificato con Tylose MH 300. Il metiletilchetone è stato aggiunto alla miscela per compensare il tempo di evaporazione dell'acetone mentre la tilosa è stata dispersa per ultima nella miscela dei solventi.Il gel è stato lasciato gonfiare finchè aveva raggiunto una consistenza tale per cui era possibile stenderlo a pennello. Il gel steso a pennello è stato poi coperto con un Melinex per ritardare ulteriormente il tempo di evaporazione del solvente. Il tempo di contatto medio necessario è stato tra l'1 ed i3 minuti.Il gel asciutto veniva poi asportato a secco e la pulitura dei residui rifinita con una mista di Acetone/metiletilchetone 10:1.In tal modo la vernice è stata asportata quasi dovunque con un solo passaggio. Dove necessario (in particolare nei cieli o sulle vesti chiare) è stato fatto un secondo passaggio con lo stesso metodo. Gran parte delle ridipinture sono state rimosse con lo stesso modo.Alcune antiche ridipinture ad olio che non si è riusciti a rimuovere con i solventi suddetti sono state rimosse meccanicamente con il bisturi o con l'uso di sverniciatore neutro.

Integrazione delle lacune

Impostazione del Problema Le numerose puliture dei precedenti restauri avevano creato ampie zone in cui la pellicola pittorica era spulita (come risultava chiaramente anche da alcune delle stratigrafie) avendo perso velature ed anche parte dello strato pittorico originale.
Oltre a questo tipo di lacune vie erano poi quelle in cui erano perduti tutti gli strati (pellicola pittorica-preparazione- supporto(parzialmente) del manufatto originale.
La pellicola pittorica delle tavole del Vecchio Testamento (come s'è detto verosimilmente opera di Fogolino) era inoltre caratterizzata da una particolare "granulosità" molto evidente.
Nelle lacune su queste tavole quindi andava ricostruito un pattern che riproponesse la particolare struttura granulosa ed il ductus pittorico a rilievo della pellicola pittorica originale.

Scelta del materiale

Per la particolare lavorazione "strutturale" del ritocco necessaria sulle tavole "fogoliniane" si è cercato dunque un inerte ed un legante che possedessero una certa viscosità e si lasciassero lavorare con precisione.**[56]** Anche la possibilità di riprodurre con precisione il ductus pittorico, la reversibilità e la ritoccabilità sono stati criteri che

hanno guidato la scelta del medium (e dei materiali inerti) per questa base. Oltre alle caratteristiche summenzionate infine il medium impiegato per questa base lavorata del ritocco doveva avere sufficiente forza legante ed anche la possibilità di essere intonata cromaticamente in modo da semplificare il ritocco finale.
Dopo molte prove in cui sono stati testati svariati medium ed inerti si è deciso usare un legante acrilico con l'aggiunta di quarzo ventilato.**[57]** A questo impasto poteva essere aggiunto del Plextol B500 per diluire il legante oppure aggiunto del gesso di Bologna per rendere il colore più corposo.

Metodo d'applicazione

Le lacune più profonde sono state stuccate con gesso di Bologna e colla di coniglio: Terminata la stuccatura tutte le tavole sono state verniciate (non lo erano mai state durante le fasi del restauro) con una leggera vernice da ritocco**[58]** e, dove necessario, è stata fatta la lavorazione superficiale con colore acrilico e quarzo ventilato come descritto sopra .L'impasto –colorato leggermente secondo il tono della lacuna - è stato steso con un piccolo pennello con il quale veniva anche lavorato in modo da riprodurre il ductus pittorico.Il ritocco finale, come in tutte le altre zone ove la lavorazione strutturale del colore non era necessaria, è stata condotta con colori a vernice da ritocco della ditta Maimeri . I colori sono stati stesi a puntino il più possibile secondo una successione di colori puri in modo da dare un superficie finale vibrante e nello stesso tempo facilmente riconoscibile ad un'osservazione ravvicinata.
Per le lacune su parti figurative (in particolare nel Giudizio di Salomone e nel Incoronazione di spine) s'era deciso in un primo tempo con la D.L. di ricostruire sempre a puntino un tono locale. Ma in un secondo momento - per la riconoscibilità immediata nell'osservazione da vicino d'un simile ritocco e l'unifomità di chiusura su tutte le tavole- s'è deciso con la D.L.**[59]** di ricostruire a puntino le parti figurative mancanti.

NOTE

[1] Lo studio ed il restauro conservativo sono di Teresa Perusini e Nora Krause. La reintegrazione pittorica è opera di Giulia Coceani e Marina Rodaro. Maddalena Fantoni ha collaborato a diverse fasi del lavoro ed Antonella Facchinetti ha curato l'organizzazione logistica. Il restauro è stato eseguito nel laboratorio EU.CO.RE. sas dal febbraio 2006 al maggio 2007
[2] Le tavole dipinte su due lati misurano ca. cm 96 X 69.5 mentre il *Giudizio di Salomone* misura 88.5X59 e *L'innalzamento del Serpente di bronzo* 89.5X65
[3] Non avendo fatto analisi del supporto ligneo non sappiamo esattamente di quale essenza si tratti.
[4] C.Cennini, *Il libro dell'arte*, (ed. Neri Pozza, Vicenza, 1971), cap.CXIII,p117-119.*Come si dee incominciare a lavorare in tavola , o vero ancone*
[5] Cfr. Teresa Perusini, schede di catalogo nr.1 e 2 del nuovo *Catalogo dei Museo Provinciale di Gorizia*, Go, 2007
[6] E' difficile dire a quando risale questo intervento, costituisce tuttavia un termine *ante quem* la data d'acquisto del Museo dagli eredi di Silverio de Baguer (Bolletta di carico45/50 in data 5.2.1950 su fattura presentata all'Amministrazione provinciale per L.42.000 per entrambe le tavole - cfr. scheda di Catalogo della Malni Pascoletti citata alla nota successiva - Nel 1950 infatti l'amministrazione provinciale paga 42.000 lire "*per entrambe le tavole*"). Forse all'intervento di restauro del Prof. Guido Gregorietti di Milano, citato nella scheda di catalogo del museo del 1977 (cfr. Malni-Pascoletti) risale la parchettatura con legno lamellare e l'impregnazione con resina sintetica visibile sul retro (i materiali e la tecnologia sono infatti riferibili al restauro antiquariale di quegli anni).
La misura della parte dipinta delle due tavole è di ca. 95/95.5 cmX 66.5, si tratta quindi della stessa misura delle pittura nelle tavole Lantieri. Purtroppo i numerosi e pesanti interventi sia sulla pellicola pittorica che i supporti delle tavole rendono molto difficile una loro accurato analisi tecnica
[7] Relazione non pubblicata del Dott. Alessandro Princivalle" *Analisi chimico stratigrafiche su campioni prelevati d cinque dipinti su tavola, indagini preliminari al restauro conservativo*", Montagnana, 29 aprile 2006, p.7 campione 3 sulla tavola con *l'adorazione del vitello d'oro*
[8] C.Cennini, *op. cit.*, cap.CXV-CXX, pp.120-125
[9] D.Bomford, (a cura di) *Underdrawings in Renaissance Paintings*, London, 2002, pp.38-52
[10] Il disegno a carbone potrebbe essere stato ripreso a pennello rimuovendo poi l'eccesso a carboncino secondo quanto indicato anche da Cennino
[11] Relazione non pubblicata del Dott. Alessandro Princivalle" *Analisi chimico stratigrafiche su campioni prelevati d cinque dipinti su tavola, indagini preliminari al restauro conservativo*", Montagnana, 29 aprile 2006, p.35
[12] A.Princivalle,*op.cit.*, p43 e p53 si veda anche il camp.6 del dipinto IIa(incoronazione di spine)dove la divisione dei due strati e la velatura finale di lacca sono chiaramente visibili
[13] A.Princivalle,*op.cit.* p.46-49

[14] A.Princivalle,*op.cit.* p.25
[15] Tutta la ricca bibliografia sull'argomento, dal fondamentale studio di Lorenzo Lazzarini sul Bollettino del Ministero nel 1985, conferma questo dato:Cito quindi solo l' ultimo studio uscito sull'argomento :Barbara H.Berre e Louse C.Mattew,*Il colore veneziano: artisti all'intersezione fra tecnologia e storia, in Bellini, Giorgine Tiziano e il rinascimento della pittura veneziana*, Skira, Milano, 2006, p301-311
[16] Forse nella tavola con l'incoronazione di spine alla matrice di biacca può essere aggiunto un poco di giallorino : crf. Analisi di A. Princivalle, *cit*, p.34
[17] A. Princivalle, *cit*, p.25
[18] E' difficile per noi dire se e quali interventi conservativi hanno subito le tavole nei 150/200 anni in cui sono rimaste nell'altare per il quale erano nate: L'impossibilità di avere un raffronto con eventuali interventi su parti strutturali del complesso andate distrutte, rende ogni supposizione puramente ipotetica: Possiamo supporre però che la qualità tecnologica dei dipinti (una tavola -*Ultima cena/vitello d'oro*- è giunta quasi intatta fino a noi dopo una storia conservativa a dir poco tormentata) li abbia resi assai limitati .
[19] Lungo i margini laterali la segagione è stata probabilmente di minore entità: sono rimasti in vista infatti due cm ca del legno originalmente sotto le cornici e l'intero bordo della preparazione sicchè si può supporre induttivamente che solo 2 cm ca di legno siano stati asportati.Sui lati brevi inferiore e superiore invece il margine della pittura non è più visibile per cui induttivamente – se consideriamo la comune costruzione delle tavole - dobbiamo pensare che almeno 5 cm ca. sono stati asportati.
[20] Per la forma e misura delle gallerie potrebbero trattarsi di cerambicidi come *l'Hylotrupes bajulus* Di minore entità è invece l'attacco dell'*anobium punctatum* presente tuttavia su tutte le tavole (cfr.G.Liotta, *Gli insetti e i danni del legno, problemi di restauro*, Firenze, 1991,pp.32-35 e segg.,pp.19-20. Ringraziamo l'entomologo Pierpaolo Rapuzzi che ci ha aiutato nnell'identificazione e descrizione degli xilofagi
[21] Solo la tavola raffigurante *L'ultima cena* e *l'adorazione del vitello d'oro* non sembra aver subito interventi sul supporto ed è ancor oggi in buono stato di conservazione
[22] Lo smontaggio delle tavole che formano i supporti ha evidenziato che queste erano tenute insieme da semplici incollaggi senza cavicchi o incastri
[23] Si veda la stratigrafia del campione 3 del Dipinto raffigurante il *Giudizio di Salomone* nella relazione analitica freddata dal Dott. Alessandro Princivalle, p.59.
[24] Forse nelle tavole del Museo di Gorizia questi grumi di filaccia sono stati rimossi nei passati interventi.Bisognerebbe però poter pulire i dipinti per averne la certezza.
[25] Le due traverse sono in legno di conifera è poste in prossimità (da 10 a 3 cm) dei margini inferiore e superiore bloccate con numerosi chiodi
[26] E' difficile dire di che tipo di carta si tratta per la sua completa macerazione. Potrebbe essere carta azzurra o come alcuni suppongono carta di giornale
[27] Cfr. A.Princivalle, *cit.*, dipinto IIa.camp.4,p.31
[28] A.Princivalle, cit,p.53 . Nel dipinto III-Giudizio di Salomone-.camp1.si vede lo strato di colore originale consumato dalla pulitura e ricoperto dalla vernice ossidata oleoresinosa fortemente imbrunita che ricopriva tutte la tavole.
[29] Si veda quanto riportato nelle schede del Catalogo del Museo Provinciale cit. alla nota 5
[30] Testo di Nora Krause tradotto da Teresa Perusini
[31] Nina Erhardt, *Moeglichkeiten der Erganzung grosser Fehestellen an frassgesschaedigtem Holz*, Diplomarbeit, FHS Koeln, 1995, p.10
[32] Erhardt,*cit*, 1995, p.26; Stappel,*Holzergaenzung im Aussenbereich.Staebchenerergaenzung, Korkitt, Leinoelfirnis*, in Restauro,1, 2000, p.42-47
[33] B. Mintrop,*Elastiche Kitte in der Holzrestaurirung: Grundlagen – Fuellstoff-Bindenmittel – Systeme in der Praxis, Koelner Beitraege zur Restaurirung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut*, Vol 9, Muenchen, 1997 1997,p.41
[34] Questo materiale aveva dato infatti le migliori prestazioni nelle prove su campioni realizzate dall'autrice nella ricerca e sperimentazione su modelli di masse per stucco su legno che avessero le migliori caratteristiche di minor ritiro e maggiore elasticità. Altri materiali testati come inerti sono stati: farina di noccioli , gesso di bologna, carbonato di calcio seppiolite e quarzo ventilato. Gli altri leganti testati sono stati invece : Il Medium for consolidation della Lascaux, la Tylose MH300, il Plextol B500, ed una resina epossidica Hardrock 427 (1:1 rapp. Indurente)
[35] Sulle problematiche causate dalle traverse fissate ortogonalmente sulle tavole si veda E.Taube,*Querleisten an Holztafelbildern*, in *Zeitschrift fuer Kunsttechnologie und Konservierung*, 2, 2005, pp.231 e segg.
[36] Si sono impiegate le microsfere della della ditta Phase (Firenze/Bologna). Le microsfere di vetro sono morfologicamente comparabili con le microsfere di resine fenoliche, ma a differenza di queste, che vengono ottenute attraverso la policondensazione di fenolo e formaldeide, sono formate da calcio e sodio non troppo basico e vetro di silicato di boro

[37] P. Hatchfield, *Note on a fill material for water sensitive objects*, in *Journal of the american Institute of Conservation*, 25,2,New York, p.93-95; R. Barclay,C.Mathias, *An apoxy/microballoon misture for gap filling in wooden objects*, in *Journal of the american Institute of Conservation*, 28,1, New-York,1989,p.31-42
[38] R. Barclay,C.Mathias, cit, 1989, p.37
[39] K.Allgayer, *Klebkitte zur Verbindung von stark beschaedigten Holzoberflaechen*, Diplomarbeit, Hochschule der Kuenste Bern, Bern, 2004, n.p.
[40] H.M.Hangleiter-Elisabeth.Jaegers-E.rhard Jaegers, *Fluechtige Bindemittel*, in *Zeitschrift fuer Kunstechnologie und Konservierung* ,2, 1995,p.385-392 . E' da dire comunque che questo materiale utilizzato da molti anni in Germania ha cominciato ad essere impiegato nel restauro in Italia appena nel 2003/ 2004.
[41]H.M. Hangleiter,*Erfarungen mit fluechtigen Bindemittel: Teil 1*, in *Restauro* 1998,p.314-319; H.M.Hangleiter, *Erfarungen mit fluechtigen Bindemittel: Teil I1*, in *Restauro,7*, 1998b, p.468-473
[42]G. Hiby, *Das fluechtige Bindmittel Cyclododecan: Materialeneigenschaften und Verwendung bei der Restaurirung von Gemaelden und gefassten Objekten*, in *Restauro*, 2, 1997, p.96
[43] R. Stein,*Observation on Cyclododekan as a Temporary consolidant for stone,* in,39,3,1999,p.355-369 ;I. Brueckle,*Cyclododecan: Technical note on some Uses in Paper und Objects Conservation*, in *Journal of Americn Institute of Conservation*, 38, 2, 1999, p.162-175; I.Buliga-M.Vigl,*Gemaelderestaurirung als minimaler Eingriff*, in Grossgemaelde auf textile Beitraeger, *Restauratorenblaettern*,24/25, Klosterneuburg, 2005, p.133 e segg.
[44] Hangleiter-Jaegers, cit,1995,p.391
[45] Si tratta di una dispersione acquosa di copolimeri acrilici
[46] H.P.Hedlung-M-Johanson, *Prototypes of Lascaux's Medium for Consolidation, developmment of a new custum-made Polymer dispersion for Use in Conservation*, in *Restauro*, 6,2005, p.432-9. Per la scheda tecnica del prodotto si veda http://www.lascaux.ch/german/restauro/pdf/58351.01.pdf
[47] Hedlung/Johanson, cit, 2005, p.439.
[48] http://www.lascaux.ch/german/restauro/pdf/58351.01.pdf
[49] HPMC etere misto composto al 28% di metilcllulosa, al 6% di ossimetilcelulosa e poi di gruppi di idrossipropilici: Cfr. in E.OESS, *Celluloeether als Festigungmittel fuer Grundierung- Mal-, Fassungschichten an Gemaelden Skulpturen und dreidimensinalen Kunstwerken*, Diplomarbeit, Schule fuer Gestaltung Bern, Bern, 1995,p.60
[50] R.L. Feller-M.Wilt , *Evaluation of Cellolose Ethers for conservation: Research in conservation 3*, in *The Getty Conservation Institute*,1990
[51] Tylose, scheda tecnica della Ditta Kremer Pigmente Gmbh, Aichstetten, Deutscland; http://www.kremer-pigmente.de/shopint/PublieshedFiles/63600-63663.pdf
[52] A.Princivalle,*cit*, 2006, p.7,p.19.In particolare in relazione all'immagine spettrofotometrica all'infrarosso (FT/IR) sul camp.3 dipinto Ib descritta a p. 7
[53] A.Princivalle, *cit*, 2006,p.29
[54] R.Wolbers, *Cleaning Painted Surfaces. Aqueous Methods*, London, 2000,p.23
[55] S. Schaefer , *Grundlagen wassriger Reinigung nach Richaard Wolbers*, in *Zeitschrift fuer Kunsttechnologie und Konservierung*,2,1995,p.139-153
[56] S.Reschke,*Die Plastiche Oberflaechegestaltung gekitteter Fehlstellen*, in *Zeitschrift fuer Kunsttechnologie und Konservierung*, 1992,p.275-297
[57] Nome commerciale: Quarzo ventilato della Ditta Phase, Prodotti per il restauro, Fi-Bo.
[58] Vernice da ritocco extrafine della Lefranc-Burgeois.
[59] Dott. Beatrice Toppani della Soprintendenza del Friuli –Venezia Giulia.

RESTAURO DELL'ARTE CONTEMPORANEA AMBIENTALE: IL CASO DELLA "FINESTRA SUL MARE" DI TANO FESTA

Antonio Rava

Restauratore, Rava e C. srl, Via Castiglione 6 bis/4 10132 Torino, 0118193739, ravaec@ipsnet.it

Ciò che distingue l'arte ambientale da una mera scultura decorativa all'aperto, che non nasce specificatamente per un luogo di realizzazione, è l'intenzione progettuale determinante in rapporto al contesto naturale e paesistico in cui si colloca e con cui entra in relazione con le sue caratteristiche. L'opera ambientale si riferisce immediatamente ad una funzione pubblica ampia, anche se è collocata in un luogo segreto, appartato, che preserva caratteristiche da riscoprire, come le aree dove la città si espande perdendo le sua qualità, e la natura perde identità a causa di questa espansione degradante di attività industriali o commerciali, in una disattenzione all'ambiente naturale originale.



Figura 1.Valutazione preliminari

L'artista ambientale studia la collocazione dell'opera per trasformare il luogo, con attenzione allo spazio e alle dimensioni stranianti, all'orientamento preciso che determina la lettura del lavoro connotandolo precisamente, e l'opera non può più essere spostata senza perdere il suo significato e togliere all'ambiente quello che aveva apportato. Si tratta quindi di opere inamovibili, non vendibili, per cui è stato coniato il termine site-specific in quanto sono opere a carattere ambientale permanente.
E' questo il caso della "Finestra sul mare" di Tano Festa, che applica il linguaggio della pop art teso all'esplorazione di novità e creatività con gli strumenti e linguaggi moderni, come l'uso dell'architettura al servizio della scultura. Ne scaturisce un nuovo rapporto con l'ambiente fisico, attraverso gesti poetici semplici, diretti e comprensibili che permettono di guardare alla natura, al mare e al cielo con nuovi occhi.
In questo modo l'artista modifica il paesaggio e si libera da un mondo incentrato sul consumo che ingabbia l'uomo contemporaneo. Nasce il desiderio di fruire l'arte fuori dal sistema di mercato, fuori dal museo, e l'artista crea un proprio spazio indipendente, che riflette il suo essere e la sua arte, lontano dalle strutture
metropolitane e dal grande pubblico.
Per questa ragione un'opera come la "Finestra sul mare" è ancora più a rischio per la conservazione delle opere contemporanee conservate all'interno dei musei, proprio per il fatto di essere all'aperto con tutte le conseguenze di mancanza di tutela e per l'aggressione diretta del pubblico che può accedere e vandalizzare il manufatto.
Solo l'acquisizione dell'adeguata conoscenza delle realtà ambientali e materiali può garantire la salvaguardia, perché opere di questo genere esposte all'aperto sono notevolmente deteriorabili.



Figura 2 . La platea di fondazione



Figura 3. Il degrado del cls armato

L'impegno del committente, Antonio Presti, in un caso come questo è esemplare. Può essere comparato al ruolo dei mecenati del cinquecento che interagivano con gli artisti nella fase ideativa e progettuale, garantendo la concretizzazione delle opere con una capacità realizzativa fuori dal comune, richiamando maestranze e

imprenditoria e producendo la materia prima, il cemento, ma anche la pietra, la materia trasformabile e lavorabile.

Il committente – realizzatore non può accettare che limiti economici dei finanziamenti pubblici impediscano di applicare criteri conservativi ad opere che sono della collettività e sono entrate nell'immaginario della gente e debbono perciò essere preservate per il futuro. Si coniuga liberamente finanziamento privato e pubblico, volontariato e pubbliche risorse con la volontà di dare un segno positivo e restaurare l'opera che più ha bisogno, a cui seguirà un processo di manutenzione di tutte le sculture all'aperto di Fiumara d'Arte, il cui solo limite quantitativo è nello spazio dell'immaginazione del committente, che non si ferma di fronte ad ostacoli di alcun genere.

La stretta relazione tra arte ed ambiente impedisce che ci sia manipolazione e contraffazione nella definizione dell'opera. Criteri oggettivi impediscono di apporre barriere e limiti alla fruizione e la raccolta di testimonianze e documenti costituisce la conoscenza necessaria per intervenire correttamente.

Innanzi tutto il rispetto per l'ambiente, quando si osservano le immagini delle opere di Fiumara non si coglie compiutamente perché la fotografia non restituisce la specificità di opere come queste, le parcellizza e le mutila, rendendole avulse dal contesto fisico – sensoriale che è essenziale alla ruizione.

Le opere sono legate al vuoto dell'aria che le circonda, al rapporto tra il cielo e il mare, al vento che le attraversa, ed è impossibile pensare di portarle altrove come ironicamente era stato proposto al tempo del rifiuto delle istituzioni, quando era stata segnalata la possibilità di trasferire l'opera di Festa a Trento, chiamandola "Finestra sulle Dolomiti".



Figura 4. Esame della consistenza del materiale

Anche il colore blu oltremare dell'opera partecipa con la sua valenza sensoriale all'ambiente in cui si colloca, con le variazioni, i riflessi che possono sopravvenire, non certo però il dilavamento che aveva messo a nudo il cemento costitutivo impedendo una fruizione corretta

L'opera è frutto di più esperienze tecniche con un lavoro di equipe, e l'originale testimonianza dell'artista al momento dell'ideazione costituisce una memoria storica indispensabile al recupero di una valenza indispensabile come il colore.

Fortunatamente il degrado estetico delle superfici non è proporzionale al degrado del materiale costitutivo, il cemento, che era stato scelto espressamente in base alla sua durevolezza nell'esposizione all'aperto. Il cemento è un materiale duraturo ma richiede attenzioni conservative per le componenti metalliche delle armature, ponendo rimedio alle discontinuità, colature e fratture che costituiscono variazioni che causano il decadimento del messaggio dell'opera, aprendo eventualmente la strada al vandalismo per un oggetto non più in grado di comunicare il suo messaggio. L'intervento di manutenzione, chiaramente espresso in questo momento iniziale di cura per garantire la durata delle opere di Fiumara d'Arte, si basa su pochi interventi mirati, piuttosto che demandare al futuro costosi interventi di restauro. La valutazione dei fattori critici è essenziale per un programma a lunga durata, come gli effetti di clima e umidità nella collocazione sulla spiaggia a pochi metri dal mare, la possibilità di raggiungere e



Figura 5. La sabbiatura preliminare

toccare le superfici nelle parti basamentali, tipico di opere esposte all'esterno più a rischio di inquinamento e vandalismo.



Figura 6. Aspetto del cls dopo la sabbiatura e prove colore

Le scelte di stuccature rinforzate, per evitare la formazione di crettature e l'applicazione periodica di protettivi idrorepellenti traspiranti per allontanare l'acqua dalle superfici, veicolo di ogni alterazione e degrado, la scelta di una colorazione riconoscibile con criteri oggettivi per permettere a distanza di tempo ritocchi con materiale acquisibile facilmente quanto se ne ponga la necessità, sono criteri indispensabili per garantire la durata e la funzionalità delle opere.

Infine un trattamento antigraffiti alla base, nelle zone facilmente raggiungibili, sulla base delle ricerche attuate estesamente in aree urbane negli ultimi anni, permette di rimuovere facilmente pitture spray o a pennello dal materiale cementizio protetto in superficie da una applicazione invisibile, che garantisce però facile rimozione con solventi addensati in gel delle eventuali scritte vandaliche superficiali.



Figura 7. La busta a vuoto

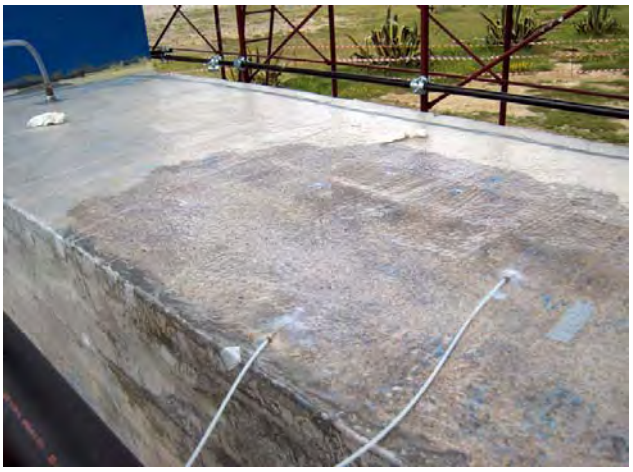


Figura 8. Il consolidamento in corso

Nell'ambito del progetto di restauro dell'opera monumentale di Tano Festa "Finestra sul mare", sono state eseguite indagini conoscitive per determinare la natura del materiale costitutivo, la presenza di sali solubili all'interno della struttura e per rilevare le condizioni statiche, accertando la stabilità dell'opera mediante indagini geofisiche non invasive che sono state attivate preliminarmente all'intervento. L'applicazione di una disciplina non invasiva come la microgeofisica applicata all'ingegneria, per ottenere una diagnostica preventiva agli interventi di manutenzione è di grande utilità per la valutazione dei rischi e delle necessità di intervento sulle opere ambientali. Con questo metodo è possibile ricercare infatti dati sui cedimenti, lesioni nascoste, dissesti e perni metallici annegati in profondità, cavità e degradi nascosti, in una parola studiare la costituzione interna dei manufatti.



Figura 9. Tomografia a campo d'onda elettromagnetica

Le tecniche applicate dal Prof. Pietro Casentino dell'Università di Palermo, sono la tomografia a campo d'onda elettromagnetica, tramite il georadar, a diversi campi di potenziale elettrico che sfruttano gli impulsi elettromagnetici e indagano sulle variazioni delle proprietà dielettriche dei materiali e la tomografia sismica che ricerca le discontinuità del sottosuolo studiando la propagazione delle onde elastiche. La descrizione dell'indagine è tratta dalla relazione dello studioso preliminare ai lavori di restauro. "A prima vista, la presenza di un copriferro molto ridotto e i tondini fuoriusciti ed ossidati faceva presagire una situazione strutturale assai critica. Sono state allora progettate ed eseguite le indagini, con il metodo elettromagnetico impulsivo GPR (georadar) e con il metodo sismico ad ultrasuoni. Lo scopo delle

indagini è stato quello di ottenere dei dati tecnici affidabili da utilizzare per una valutazione dello stato di salute dell'opera e dei suoi materiali costituenti, in previsione di un intervento mirato di restauro.
Data la mancanze di adeguate strutture logistiche di supporto, le indagini sono state forzatamente concentrate soltanto nella parte inferiore dell'opera, che comunque rappresenta la zona potenzialmente più deteriorabile e peraltro critica dal punto di vista della sicurezza della stabilità.
Le indagini elettromagnetiche sono state effettuate utilizzando la strumentazione Georadar della GSSI – Geological Survay Sistem Inc – modello SIR 3000 e un'antenna con frequenza centrale 900 MHz. Con questo sistema, capace di generare, captare, amplificare, filtrare ed archiviare i segnali elettromagnetici e che permette di visualizzare in tempo reale i dati acquisiti attraverso uno schermo a cristalli liquidi, è possibile valutare immediatamente i dati e modificare eventualmente i parametri di acquisizione direttamente in situ. Così è possibile ottimizzare la qualità dell'acquisizione, evitando ulteriori ripetizioni delle misure e riducendo i tempi necessari per le operazioni di indagine.

Dopo un primo sopralluogo (18/10/06) sono stati acquisiti i dati sperimentali lungo diversi profili, per una copertura complessiva di 180 metri lineari.
La trave in basso della struttura è stata indagata, in ciascuno dei quattro lati, con quattro profili orizzontali posizionati ad un'altezza di 0.60, 1.00, 1.25, 1.70 metri dalla base della struttura. Sulla parte superiore della trave e sulla parete verticale di uno dei pilastri sono stati eseguiti altri sei profili georadar.
I dati mostrano, nei primi due metri e negli ultimi due di ogni profilo, un livello di segnale (riflessioni) più amplificato, chiaramente dovuto alla presenza dei ferri dei pilastri. Nel complesso, i dati permettono di individuare l'ubicazione dei tondini in ferro all'interno del calcestruzzo, uno per uno. Non si sono riscontrate particolari discontinuità laterali nei segnali che possano essere messe in relazione con variazioni, nel calcestruzzo, di composizione granulometria e/o imbibizione (umidità) o degrado chimico-fisico. Tuttavia non è stato possibile tarare la costante dielettrica del calcestruzzo, dal momento che la profondità di penetrazione del segnale, con l'antenna da 900 MHz, non ha consentito di ricevere segnali riconoscibili fino alla profondità eguale allo spessore della trave (circa 2 m).
Le indagini sismiche ad ultrasuoni, utili a valutare le caratteristiche meccano-elastiche del calcestruzzo, sono state effettuate utilizzando la strumentazione TDAS 16 della BOVIAR, utilizzando una sonda trasmittente da 55 kHz e una frequenza di campionamento di 1.25 MHz. La strumentazione consente l'acquisizione multicanale (fino a 16 canali) del segnale trasmesso. Sulla parte laterale (lato monte) e sulla parte superiore della trave dell'opera, sono stati eseguiti due profili sismici (tipo di metodologia cosiddetta "a rifrazione"") per determinare la velocità di propagazione delle onde elastiche nel materiale e stimarne lo stato di possibile degrado, da un punto di vista meccano-elastico. Il primo profilo, acquisito nella parte superiore della trave di base, ha mostrato una velocità media delle onde longitudinali di circa 4300 m/s; il secondo profilo, acquisito invece nella parte laterale della stessa trave, mostra una velocità media leggermente inferiore, cioè di circa 4000 m/s. alcune differenze di velocità possono essere state determinate dalla presenza dei ferri di rinforzo del calcestruzzo, che possono alterare il percorso delle onde elastiche all'interno del mezzo indagato.
Nel complesso, i valori delle velocità medie delle onde longitudinali ottenute dalle misure ultrasoniche confermano uno buono stato di salute del calcestruzzo, almeno da un punto di vista meccanico.
I risultati ottenuti con entrambe le indagini, le misure GPR e quelle di sismica ad ultrasuoni, hanno evidenziato che le condizioni meccano-elastiche della struttura in calcestruzzo armato si mantengono piuttosto buone, sia per quanto si evince dalla geometria dei rinforzi in ferro sia per la consistenza del calcestruzzo. Qualche perplessità rimane legata ai limitati spessori del copriferro (infatti, talvolta il tondino risulta addirittura fuoriuscito dalla struttura!) e sui possibili livelli di carbonatazione del calcestruzzo in prossimità dei ferri stessi."

Il materiale costitutivo dell'opera è il calcestruzzo, composto di materiali eterogenei miscelati quali cemento, aggregato inerte di sabbia e ghiaia fine, acqua ed aria.
Da pochi decenni si è iniziato a studiare l'interrelazione tra materiali componenti del calcestruzzo riconoscendoli nella loro costituzione fisico – chimica per identificarne il ruolo allo scopo di intervenire con operazioni di manutenzione e restauro coerenti con la tecnologia, quando si pongono problemi conservativi in ambienti particolarmente aggressivi come quello dell'opera illustrata, posta a pochi metri dal mare sulla spiaggia del litorale di Villa Margi vicino a Tusa. Lo scavo delle fondazioni effettuato preliminarmente ha mostrato le buone condizioni dell'ampia platea in calcestruzzo che sostiene l'opera, realizzata in profondità a due livelli che si estendono per dieci metri tutto intorno al monumento.
L'indagine condotta sui campioni prelevati dal manufatto ha permesso di riconoscere un materiale di insieme biancastro, con coesione mediamente tenace, caratterizzato da una frazione sabbiosa arenacea grossolana costituita prevalentemente da calcari e quarzo. La matrice legante carbonatica è contraddistinta da abbondanti minerali opachi. I pori, rispetto al volume dell'aggregato sono bassi e di forma prevalentemente bollosa.
L'analisi in XRD condotta nel mese di marzo 2007 dalla ditta L.A.R.A. di Genova ha consentito di rilevare oltre al Quarzo e alla Calcite la presenza in traccie di Dolomite. Le analisi qualitative e semiquantitative dei sali

solubili in acqua, al fine di determinare le specie ioniche presenti, hanno rilevato l'abbondante presenza di solfati e cloruri, con nitriti in tracce.
Erano evidenti corrosioni avanzate dell'acciaio costitutivo dell'armatura utilizzata per il rinforzo della costruzione in cemento armato, dove risultavano affioranti in superficie o completamente esposte all'aria.

I materiali porosi esposti all'aperto, in particolare in ambiente marino, si degradano con fenomeni di tipo chimico e fisico con il risultato di dissesti e attacchi biologici correlati. Non si è riscontrato un solo fenomeno ma la concomitanza di diversi fattori, che insieme concorrono all'alterazione complessiva del manufatto.
Esperti e studiosi di fama internazionale si sono espressi sul problema, per mettere a punto ipotesi operative per un problema che tocca l'architettura e l'ingegneria oltre alle opere d'arte costituite di calcestruzzo armato.
L'approccio tradizionale considerava usuale eliminare le parti danneggiate e sostituirle con materiali nuovi, modificando con drastiche puliture e impregnazioni l'aspetto dei manufatti senza rispettarne l'originalità. Per intervenire in modo compatibile è fondamentale la comprensione dei meccanismi di alterazione a cui queste opere sono soggette. Il cemento armato esposto all'azione dell'aerosol marino, che trasporta i sali provenienti dall'acqua di mare, si satura di cloruri e solfati che si depositano nelle porosità del conglomerato formando cristalli con aumento di volume, che provoca fessurazioni e decoesione del materiale. L'azione degli ioni cloruri distrugge il film passivante che proteggeva i ferri annegati nelle strutture (ossidi di ferro Fer03 – Fer04) e dà origine alla formazione di ruggine (Fe (OH) 2), sottoprodotto del metallo, poco coerente e di maggior volume, con il risultato di fratturazione del calcestruzzo circostante. Il processo non si ferma fino alla completa trasformazione del metallo, una volta innescato il fenomeno della corrosione attiva.
I solfati interagiscono con gli alluminati del cemento producendo zolfo alluminato detto ettringite, a cui è dovuto ulteriore aumento di volume delle zone corticali del calcestruzzo, che si fratturano e provocano caduta del materiale. L'anidride carbonica presente nell'atmosfera poi, permeando le porosità del conglomerato, produce il fenomeno della carbonatazione con deposito di carbonati di calcio, che abbassano l'originale Ph alcalino del calcestruzzo rendendo ulteriormente vulnerabili alla corrosione gli elementi metallici contenuti all'interno della struttura, che collaborano alla statica del manufatto.
Il problema principale da risolvere per la conservazione è dunque riuscire a far penetrare fino alle zone profonde più sane il consolidante, per evitare discontinuità che possono creare danni più gravi. Anche la scelta del prodotto deve basarsi su argomentazioni di compatibilità, evitando ad esempio silicati di sodio e potassio che provocano effetti collaterali negativi e proponendo l'uso di silicato di etile, quando è possibile affrontare i costi di impregnazione con questo materiale, o di resine microacriliche in dispersioni acquose per trattare grandi superfici, che sono state comparate in studi recenti all'efficacia del silicato di etile con buone risposte di penetrabilità, riduzione parziale della porosità, consolidamento e protezione dei materiali in profondità.
E' stato utilizzato allo scopo il sistema di penetrazione del consolidante con il sottovuoto, che è noto per lavorazioni su oggetti di piccole dimensioni, trasportabili in laboratorio, ma è molto impegnativo per opere di grandi dimensioni da trattare in sito, ottenendo effetti di infiltrazione in profondità fino a raggiungere il nucleo sano e una omogenea distribuzione del prodotto. Il mantenimento parziale della porosità è importante per ridurre penetrazione dell'acqua pur mantenendo il materiale permeabile al vapore acqueo che fuoriesce dall'interno verso l'esterno.
In questo modo l'operazione di consolidamento permette una ritrattabilità del manufatto in futuro, senza creazione di sottoprodotti, potenziando l'azione con adozione di un idrorepellente silossanico che può essere riapplicato ogni sette anni circa, durante gli interventi di manutenzione indispensabili alla permanenza delle condizioni ottimali raggiunte.
Il sottovuoto in sito agisce per estrazione dell'aria e del vapore acqueo progressivamente, mediante una depressione controllata attraverso una pompa che può assorbire duecento metri cubi di aria con uno scambio continuo d'aria che permette gradatamente l'immissione della miscela acquosa all'interno di una guaina polietilenica termosaldata nelle giunture per ottenere perfetta tenuta all'aria.
Naturalmente la preparazione della superficie richiede un ripristino preliminare della planarità, per evitare tagli della plastica nell'attivazione del vuoto, smussando le scaglie di cemento taglienti ed estraendo i ferri fuoriusciti, con stuccature perimetrali di accompagnamento.
Il controllo dell'operazione può essere attuato mediante indagini preliminari che possono essere ripetute dopo il trattamento, avendo identificato la presenza dei ferri interni alla struttura e le cavità in profondità, oltre alle lesioni e alle fratture. Indagini strutturali e misura della porosità contribuiscono insieme all'identificazione dei sali solubili cristallizzati in superficie, alla comprensione delle condizioni generali dell' opera inserita in un ambiente aggressivo anche dal punto di vista del vandalismo e delle attività circostanti (traffico veicolare, frequentazione di uccelli e insetti) oltre ai rischi sismici.

Intervento di restauro

A seguito della legge della Regione Sicilia n° 6-2006 è stato possibile intervenire a restaurare l'opera di Tano Festa realizzata sulla spiaggia in località Villa Margi presso Tusa, forse la più famosa opera di Fiumara d'Arte e certo quella più bisognosa di interventi per garantirne la conservazione. Il degrado della struttura era stato segnalato da tempo, con articoli sui giornali e con la manifestazione del 2005 che aveva simbolicamente "chiuso" l'opera degradata con un panno teso sulla superficie con le scritte «*chiuso-closed-cerrado-fermè-geschlossen*».

Si tratta di una gigantesca cornice quadrata di cemento a sezione scatolare, che ritaglia una porzione di orizzonte, in cui è appoggiata una trave sempre in cemento armato, lanciata come un ponte verso il cielo e il mare. La colorazione oltremare delle superficie della finestra è uguale alla visione che inquadra all'infinito del cielo azzurro pieno di nuvole bianche.



Figura 10. Il sistema a vuoto in funzione

All'inizio dei lavori lo stato della finestra non sollevava particolari timori dal punto di vista statico, essendo stato riscontrato il sistema di fondazione in buone condizioni con il massetto in cemento armato solido e consistente, e anche per il responso delle indagini effettuate per visionare la struttura nella sua composizione interna.
La costruzione dell'opera poggia su di un elemento di base in cemento armato massiccio realizzato a getto con armature metalliche su cui sono assemblati gli elementi in cemento precompresso cavi internamente che costituiscono la struttura in elevato della finestra.
Erano pericolosamente arrugginiti gli elementi a T che sostengono in alto la trave di colmo della finestra e diagonalmente quell'elemento denominato "trave" che la attraversa.

Questi elementi metallici sono particolarmente a rischio perché trattengono gli elementi costitutivi e li sostengono per cui hanno richiesto un accurato lavoro di trattamento protettivo di inibizione della corrosione.



Figura 11. I ponteggi

Molti ferri arrugginiti apparivano in superficie nel blocco inferiore della finestra, realizzato a getto in calcestruzzo ghiaioso e mediamente saturo di cemento. I ferri aumentando di volume per via della ruggine hanno spaccato progressivamente il cemento circostante e sono apparsi in superficie con un aspetto preoccupante per la conservazione del materiale in una zona strategica per la statica dell'opera.

Si è prevista perciò l'applicazione di prodotti antiruggine inibitori di corrosione insieme ai consolidanti acrilici che hanno bloccato un processo di deterioramento che appariva al suo inizio ma che avrebbe potuto pregiudicare nel tempo la conservazione.

Il lavoro di consolidamento sottovuoto è stato realizzato nel mese di aprile 2007 con la tecnologia della ditta Altech di Giancarlo Calcagno con la creazione di una grande busta di nylon saldato elettricamente a chiusura ermetica per l'intera superficie del monolito inferiore dell'opera, inserendo i relativi innesti per il collegamento del circuito pneumatico di aspirazione e dei rubinetti di mandata per l'ingresso del prodotto, attivando il circuito idraulico di adduzione della miscela selezionata per il consolidamento, emulsione acrilica micronizzata.



Figura 12 . La corrosione degli elementi metallici

E' stato necessario creare punti di ancoraggio del nylon con resina epossidica e lattice di gomma, inserendo stabilmente per pochi millimetri la cimosa del foglio nei tagli procurati longitudinalmente nel cemento.
L'applicazione della pompa a vuoto con condensatore è stata attuata con il relativo collegamento pneumatico, realizzando cicli consecutivi e di riposo fino a saturazione del manufatto con la miscela consolidante che è stata infiltrata anche ad iniezione manualmente nella busta nei punti di più difficile raggiungimento del trattamento.
Al termine dell'operazione si è rimosso l'involucro con tutte le connessioni, condensatore, pompe e ugelli idraulici di immissione del prodotto. I materiali utilizzati sono telo polietilenico di spessore sufficiente a garantire stabilità al vuoto connettitori per vuoto, rubinetti idraulici, lattice di gomma che fa rapidamente presa all'aria per le sigillature materiali idraulici di consumo, come tubi armati resistenti alla depressione del vuoto e tubi per immissione del prodotto.
L'efficacia consolidante delle microemulsioni acriliche per i materiali di tipo carbonatico decoesi è stata confrontata con prodotti commerciali a base di silicato di etile da Ulderico Santamaria, del laboratorio prove sui materiali dell'Istituto Centrale del Restauro di Roma, sia per via ponderale della quantità di prodotto assorbito, che per le proprietà meccaniche conferite e le eventuali variazioni cromatiche. Il prodotto utilizzato nell' intervento é "Microacril CV40" della IMAR, in cui le particelle sono micronizzate in dimensioni di um. 0.04, coadiuvate da particolari tensioattivi che consentono una ottima penetrazione in supporti porosi, assorbenti, puliti e asciutti mantenendo una buona permeabilità all'acqua e ai sali.
I materiali utilizzati per le malte cementizie anticorrosive da applicare sui ferri delle armature di calcestruzzo esposti sono sistemi bicomponenti a base di polimeri in dispersione acquose, leganti cementizi ed inibitori di corrosione da applicare sulle armature per prevenire la formazione di ruggine.
Si conferisce impermeabilità all'acqua e agli agenti aggressivi dell'atmosfera, garantendo elevata alcalinità e ottima adesione al metallo. La malta tixotropica bicomponente utilizzata per le riparazioni del calcestruzzo è a base di cemento modificato con polimeri sintetici a ritiro controllato, con l'aggiunta di inerti selezionati, microfibre sintetiche per potenziare la tenuta e controllare il ritiro. Sono state realizzate riparazioni aderenti al sottofondo con caratteristica di impermeabilità, ricostruzione del copriferro, nei punti lacunosi, formazione di angoli, riempimento di giunti rigidi, sigillatura delle lesioni.
E' stato poi applicato un adesivo epossidico fluido bicomponente per ancoraggi nelle fessurazioni profonde riscontrate, che garantisce una buona adesione ai diversi materiali costitutivi, con elevate prestazioni meccaniche a compressione e trazione, resistenza a sali ed acidi.
La superficie del cemento è stata trattata preliminarmente alla creazione del sottovuoto mediante rimozione a secco dei depositi superficiali costituiti da resti della pittura blu alterata, terriccio, sabbia e sali solubili cristallizzati. E' stata attuata una leggera sabbiatura della superficie con polvere di quarzo a pressione inferiore a 5 atmosfere.
Sono poi state rimosse manualmente a scalpello le piccole scagliature estraendo per quanto possibile i ferri che emergevano in superficie e spazzolando la ruggine visibile su quelli rimasti in opera, applicando ad irrorazione il prodotto inibitore della corrosione per interrompere il fenomeno di alterazione.
E' stato poi necessario uniformare la superficie per evitare depressioni ed asperità nella creazione del sottovuoto, mediante stuccature localizzate di materiale cementizio rasante, ottenendo una superficie liscia e omogenea su cui è stato steso il telo di plastica ancorato agli elementi compositivi del manufatto sigillando i margini superiori con la formazione di una "mantovana" a cui è stato saldato ermeticamente il telo di plastica.
La superficie leggermente sabbiata per rimuovere tracce della pittura precedente ormai distaccata è stata poi trattata con rasatura superficiale anticarbonatante, stuccatura con malta tixotropica delle lacune superficiali, pittura di colore blu oltremare identica all'originale con prodotto "beton decor" stirolo-acrilico traspirante e compatibile con la superficie trattata e consolidata.
L'opera potrà in futuro esser sottoposta a cicli di manutenzione con prodotto idrorepellente silossanico traspirante, garantendo il normale comportamento nell'ambiente del materiale poroso costitutivo del manufatto.



Figura 13. L'opera dopo l'intervento di restauro

BIBLIOGRAFIA

1. "Fiumara d'arte ; Luogo di incontro e di spiritualità" – Associazione culturale Apeiron, Messina 1989
2. Maurizio Fagiolo dell'Arco – "Fratelli" I punti cardinali dell'arte – La Biennale di Venezia 1993, Vol. II
3. Francesco Soligo – "Autoritratto Postumo di Tano Festa" catalogo generale di Tano Festa, Canale Arte – Archivio Tano Festa 1997
4. M. Ioele, U. Santamaria, P. Tiano – "Studio comparativo di silicati di etile commerciali e sperimentali a confronto con microemulsioni acriliche per il consolidamento di matrici carbonatiche fortemente decoese", Fondazione per le biotecnologie, - Convegno internazionale Villa dell'Arte, Torino 2002
5. M. Collepardi – "Scienza e Tecnologia del calcestruzzo" – ed. Hoepli Milano 1980
6. M. Collepardi, A. Marcialis, R. Turriziani – "Il Cemento" 69123, 1972
7. M. Collepardi – "Degradazione e curabilità del Calcestruzzo; attacchi chimici causati da agenti naturali sul calcestruzzo e sui ferri d'armatura" su la Prefabbricazione, n° 2 1981
8. G. Calcagno, A. Rava "Il consolidamento sottovuoto: storia, esempi e sperimentazioni". Scienza e beni culturali XXIII convegno internazionale Bressanone 2007
9. Oscar Chiantore, Antonio Rava "Conservare l'Arte Contemporanea" Electa editore 2006
10. M. Collepardi, J.J. Ogoumah Olagot, F. Simonelli, R. Trioli, "Il calcestruzzo vulnerabile, prevenzione, diagnosi del degrado e restauro", Treviso 2005
11. M. Collepardi, "Il nuovo calcestruzzo", Treviso 2006
12. E. Siviero, R. Cantoni, M. Forin, "Durabilità delle opere in calcestruzzo" Milano 1995
13. M. Collepardi, L. Coppola, C. Pistolesi, "Materiali per il restauro delle opere in calcestruzzo". Calcestruzzi Antichi e Moderni: Storia, cultura e tecnologia, Atti del Convegno "Scienza e Beni Culturali", IX, Bressanone 1993
14. P. Pedeferri, L. Bertoloni, "La durabilità del calcestruzzo", Milano 2000

IL PROBLEMA DELLA CONSERVAZIONE E DEL RESTAURO DI OPERE D'ARTE BASATE SUI NUOVI MEDIA

Ivan Grossi

*e*Cultural Heritage Senior Advisor, Via delle Volte, 35 – 44100 Ferrara, Tel.: 3381829453 – grossi.ivan@gmail.com

Abstract

E' superfluo ricordare che tra i materiali e gli strumenti che gli artisti contemporanei utilizzano possiamo includere anche il computer ed i suoi componenti. Ci sono opere che sono percepibili dai nostri sensi solo se un computer è attivo. Sappiamo altresì che la "maledizione" di questa tecnologia è quella di invecchiare con la rapidità con cui elabora le informazioni. Si pone quindi il problema di come conservare e restaurare queste opere, spesso intangibili o tangibili solo attraverso l'involucro che il computer rappresenta.
L'autore, un informatico imprestato ai beni culturali, attraverso l'esame delle tecnologie utilizzate oggigiorno propone un percorso per permettere ai restauratori di domani di poter tener conto dell'ulteriore vasta complessità introdotta da quell'artista che utilizzi il computer per creare e/o mostrare la sua opera.

Il problema

Sono trascorsi ormai molti anni da quel lontano 1360 quando Pietro di Ser Dota viene pagato trenta soldi per la pulitura della tavola di San Bartolomeo e di Sant'Ansano (vale a dire l'Annunciazione di Simone Martini), come ricorda Alessandro Conti nella sua "Storia del Restauro e della conservazione delle opere d'arte"(1). Da allora, però, il restauro è cresciuto ed è diventato scienza.
Questa evoluzione è avvenuta anche grazie ad una più approfondita conoscenza dei materiali utilizzati dagli artisti, conoscenza in parte tramandataci da manoscritti e trattati sulla creazione dei colori, in parte desunta a posteriori attraverso complesse indagini chimico-fisiche dei materiali e dei supporti. (2),(3),(4).

Le peculiarità delle opere d'arte basate sui nuovi media

Può essere utile, prima di addentraci nel tema che questo breve scritto intende affrontare, metter a fuoco le peculiarità di questa forma d'arte anche attraverso ciò che è reperibile sul web oltre a ciò che propongono le mostre e le sezioni dei musei specializzati in questo settore dell'arte contemporanea (la Biennale di Venezia 2007 e la mostra Vertigo che ha inaugurato il nuovo museo MAMbo di Bologna per citare due esempi molto vicini).

Un importante ed autorevole punto di riferimento per l'incontro dell'arte con la tecnologia è senza dubbio la rivista Leonardo, pubblicata dall'MITPress, la casa editrice del prestigioso Massachussets Institute of Technology, sulle cui pagine da quarant'anni viene dibattuto questo tema. Con l'avvento di Internet, artisti, galleristi e curatori di musei che operano od ospitano opere basate sui nuovi media hanno trovato una tribuna estremamente efficace per far non solo conoscere ma, in tanti casi, fruire le loro opere.

Un interessante punto d'ingresso può essere il sito del Whitney Museum of American Art (7) che nella sua sezione ARTPORT ci introduce alla Net ART. All'interno diverse opere tra cui particolarmente interessante The Battle of Algiers di Marc Lafia & Fang-Yu Lin e {Software} Structures di Casey Reas (con Robert Hodgin, William Ngan, Jared Tarbell) che aiutano ad avere una visione chiara di alcune delle categorie con cui prima si cercava di descrivere questo tipo di opere. Nella Battaglia di Algeri, gli autori, basandosi sul film di Gillo Pontecorvo, fanno comparire sullo schermo, suddiviso in celle, dei fotogrammi del film che ritraggono o le Autorità Francesi o i Nazionalisti Algerini ma che si avvicendano sullo schermo seguendo regole diverse. In questo caso è evidente la componente dipendente dal tempo perché ad ogni intervallo di tempo – dell'ordine di un secondo - ciò che è sullo schermo cambia; nell'altra opera denominata Strutture software, dove il software viene inteso come arte. Entrando nella pagina del sito ad essa dedicata si può sperimentare la tesi dell'artista.

Nei due esempi appena descritti appaiono evidenti le categorie della dipendenza dal tempo e quella dell'interattività, categorie mai applicabili ad un'opera d'arte non basata sui nuovi media.

Altro luogo interessante è rappresentato dal sito dell'Ars Electronica Linz, centro austriaco che dal 1979 si occupa di questo settore dell'arte contemporanea. (8). Nella sezione *Futurelab, Art at the building* vengono presentate soluzioni per inserire opere basate sui nuovi media nella progettazione di nuovi edifici.

Infine, ma non certo perché la lista sia già esaurita, il sito della Fondazione Daniel Langlois di Monteral (sito cit. 5) che raccoglie un'amplissima panoramica di opere appartenenti alla sezione dell'arte elettronica; come pure il sito inglese LOW-FI (9) che propone esperienze che da un lato ricordano il reticolo del De Pictura mentre dall'altro utilizzano al massimo la versatilità dei nuovi media permettendo che le parti in cui la figura digitale è

scomposta possano avere una loro "vita" ed in più decisa dallo stesso spettatore. Per sperimentarlo si vada all'indirizzo www.asquare.org/project/composition_system/index.php .

Da questi esempi emerge chiaramente che l'opera basata sui nuovi media travalica le categorie standard con cui descriviamo un quadro di Raffaello o una scultura del Canova. Infatti mentre c'è una categoria comune a tutte le opere basate sui nuovi media, la computabilità (ovvero la possibilità di essere eseguiti attraverso un calcolo automatico, come lo è un programma eseguito da un computer), ognuna di esse è una combinazione di alcune o tutte le seguenti caratteristiche .(5)(6):

- ☒ basate sull'elaborazione di informazioni, dipendenti dal tempo [nel senso che a differenza di una pittura che si presenta a noi come un tutt'uno e nello stesso istante, queste opere possono richiedere del tempo per essere viste nella loro interezza],
- ☒ dinamiche [le opere tradizionali sono statiche],
- ☒ interattive in tempo reale [quelle tradizionali non lo sono],
- ☒ che permettono la partecipazione, la collaborazione ed anche l'espressione artistica da parte del pubblico stesso [per le opere tradizionali vi è l'esplicito o l'implicito divieto di toccarle],
- ☒ modulare,
- ☒ variabile,
- ☒ che genera nuovi stati artistici e personalizzabili [pensiamo ad esempio a quelle opere che si arricchiscono delle immagini e dei suoni dell'ambiente in cui sono collocate].

Il problema

Analizzando i "materiali" con cui queste opere, spesso immateriali, sono realizzate risultano evidenti i problemi (purtroppo non sempre anche le soluzioni) cui si va incontro qualora si voglia definire per essi una metodica di restauro, quando esso si renderà necessario. Paradossalmente si potrebbe auspicare che tale intervento avvenisse il più presto possibile quando l'artista è ancora vivente ed i materiali elettronici con cui è stata realizzata un'opera (ma anche i collaboratori dell'artista) appartengono ad un passato molto prossimo e non remoto.

☒ Il video o monitor

Se ci si pone la necessità di sostituire un video non sarà sufficiente prendere un video simile (ad esempio a colori se quello originale lo era) perché dovremo sceglierne uno che abbia un gamut identico a quello che vogliamo sostituire. Il gamut, come sappiamo, è quella figura geometrica che contiene tutti i punti colore rappresentabili da un certo dispositivo. Inoltre dovremo tenere conto anche che ad una terna di valori RGB corrisponde una certa lunghezza d'onda e questa lunghezza d'onda potrebbe avere una rappresentazione RGB diversa passando da un dispositivo ad un altro. In particolare, se il gamut non è identico, non corrisponderà sul nuovo monitor lo stesso colore né che tutti gli elementi di colore contenuti nel gamut di partenza abbiano un corrispondente nel gamut di arrivo. Questo vuol dire che potremmo avere che il monitor di arrivo non è in grado di rappresentare uno o più colori che invece erano rappresentati nel monitor di partenza. Per migrare quindi da un monitor all'altro occorrerà comunque misurare su quello di partenza le frequenze con cui vengono rappresentati i singoli colori e, nel monitor d'arrivo, partendo dalla frequenza risalire alla terna di valori RGB che individuano il colore. Come è facilmente intuibile questa mappa di conversione deve essere realizzata prima che il monitor che deve essere sostituito si guasti.

Paradossalmente occorre iniziare le operazioni di restauro quando l'opera non ne ha ancora assolutamente bisogno.

Vedremo anche nel seguito che questo paradosso diventerà la chiave della metodica del restauro applicata alle opere basate sui nuovi media.

☒ Il processore

La velocità con cui sono elaborate le informazioni dipende innanzitutto dalla velocità con cui il processore centrale – la cosiddetta CPU Central Processing Unit – le preleva dalla memoria, le elabora e le ripone nuovamente nella memoria. Questa velocità di elaborazione condiziona notevolmente, ad esempio, il succedersi delle immagini su uno schermo trasformando una sequenza che rappresenta una persona che cammina in un'altra dove la persona si sposta ad una velocità come se corresse pur non correndo [vale a dire l'effetto che faceva il cinema muto dove non era ancora stata sincronizzata la velocità di registrazione con quella di proiezione, con quest'ultima più veloce della prima]. Questo semplice esempio ci fa capire a quali problemi si andrebbe incontro sostituendo un processore con un altro di diversa potenza.

☒ Il software

Molte delle opere realizzate con i nuovi media si avvalgono di programmi software disponibili in commercio vuoi nella loro versione originale vuoi in versioni appositamente modificate dall'artista. In entrambi i casi, e maggiormente nel secondo, si pone il problema della compatibilità di una certa versione del software con l'evoluzione dell'hardware e del software – e principalmente il sistema operativo (ad esempio Windows), il programma che permette l'esecuzione di tutti gli altri programmi. E' un dato di fatto che il software cambi ed è un'altrettanta realtà che programmi software che venivano ritenuti "imperituri" vengano abbandonati. Se si vuole affrontare quest'aspetto della conservazione e del restauro occorre, ancora una volta, preparare la "migrazione" o "l'ambiente di simulazione" quando ancora il software in questione è disponibile, supportato tecnologicamente dalla società che lo commercializza.

☒ Le periferiche

L'interattività è una delle peculiarità di questo tipo di arte, categoria sconosciuta all'arte tradizionale. L'interattività implica che il visitatore possa introdurre informazioni nell'opera attraverso un dispositivo di ingresso (input) come una tastiera, un mouse ma anche semplicemente muovendosi all'interno di uno spazio individuato dall'artista sfruttando la capacità di sensori (ad ultrasuoni, ad raggi infrarossi ad esempio) opportunamente collocati di dare informazioni all'opera la quale si "modifica" restituendo ad esempio suoni o luci colorate che sono funzione dell'input ricevuto. Il modo in cui questi sensori trasformano le informazioni in ingresso dipende da come sono stati progettati, dal loro grado di sensibilità. Un intervento su questo tipo di opere non potrà prescindere dall'avere a disposizione della mappa di come essi traducono l'input ricevuto.

☒ L'hardware specializzato

Una caratteristica dell'elettronica, analoga al tubetto di colore, è quella di essere "mescolabile" in modo da comportarsi come vuole l'artista. Anche in questo caso la conservazione ed il restauro passano attraverso la conoscenza esatta di come sia stato progettato, le caratteristiche delle componenti utilizzate. Occorre avere qualcosa di molto simile a quanto raccomandava il Magistrum Jacobum de Toledo a proposito della tecnica di applicare foglie d'oro sulle miniature.

☒ Le mode

Anche la conservazione ed il restauro di queste opere non sono indenni da un altro possibile pericolo che Roberto Longhi, nell'Introduzione al già citato testo del Conti, così descrive:

"*Le alterazioni gravi sono quelle prodotte non dal tempo lasciato a se stesso, ma dagli uomini che, cangiando gusto, pretendono cambiare anche gli oggetti, aggiornandoli, aggiustandoli al loro gusto attuale o alle loro pratiche esigenze. E' questa la classe più estesa di alterazioni ..*"

I battistrada

Fortunatamente il problema è già in agenda almeno per alcuni dei musei e delle fondazioni che si interessano a questa sezione dell'arte contemporanea.

The Art, Technology and Science Colloquium presso il Center for New Media all'Università di California a Berkeley dal 1997 si occupa dei rapporti fra arte, tecnologia e scienza. (10). In questo laboratorio, artisti, scienziati e tecnologi collaborano per esplorare le nuove strade che la fusione di queste tre direttrici sono in grado di aprire.

Il Museo Guggenheim di New York ha una sezione dedicata all'arte basata sui nuovi media in cui si stanno già sperimentando metodiche per la conservazione ed il restauro di questo tipo di opere. Questo impegno il museo lo condivide con la già citata fondazione canadese Daniel Langlois con la quale ha organizzato un importante convegno nel 2004 dal provocatorio titolo "Conservare l'immateriale" i cui risultati sono disponibili all'indirizzo (6) e pubblicato, in lingua inglese e francese, un volume dal titolo "*L'approccio ai media variabili. La conservazione attraverso il cambiamento*" a cura di Alain Depocas, Jon Ippolito, e Caitlin Jones. Il volume è disponibile sul sito del Museo Guggenheim nella sezione dell'arte contemporanea..

Il Museo Whitney di Arte Americana di New York avendo una interessante collezione di opere digitali, molte delle quali accessibili via Internet, è molto attento a questi problemi. La curatrice di questa sezione, Christiane Paul, li ha sapientemente messi a fuoco nell'interessante saggio "The Myth of Immaterialità: Presenting and Preserving New Media"(11).

La Fondazione Daniel Langlois per l'arte, la scienza e la tecnologia di Montreal ha creato un archivio che raccoglie informazioni su opere ed artisti che operano in questo settore. Sul sito della fondazione sono anche disponibili opere che possono essere fruite online.

L'International Network for the Preservation of Contemporary Art (INCCA) riunisce artisti, galleristi e curatori che operano nel settore dell'arte e dei nuovi media con lo scopo di scambiarsi informazioni, tecniche, metodiche ed essere un punto di riferimento per quanti intendono avvicinarsi a questa problematica. (12).

Un'altra iniziativa, questa volta inglese, per valorizzare questo tipo di arte è nota come Low-fi net art locator (9) con una specializzazione nell'arte fruibile sulla Rete (Net Art). Anche per quest'arte si pongono gran parte dei problemi sottolineati in precedenza con una particolare attenzione al problema della dipendenza dal tempo (la rete ha comportamenti individualmente differenti in termini di elaborazione delle informazioni) e del software (il modo in cui una pagina web, un oggetto digitale vengono elaborati dal nostro PC dipende fortemente dal livello di aggiornamento del software installato).

Una riflessione finale

Il problema della conservazione e del restauro di opere basate sui nuovi media diventa sempre più un tema che deve essere inserito nell'alveo della disciplina del restauro, affinché possa essere travasato anche nella cura di queste forme d'arte tutto il patrimonio di esperienza e di rigore filologico costruito nel tempo.

BIBLIOGRAFIA/WEBLIOGRAFIA

1. Conti Alessandro, "*Storia del Restauro e della conservazione delle opere d'arte*", Electa, 1973.
2. Alberti, Leon Battista, "*De Pictura*", Laterza, Bari, 1973
3. Friedberg Anne, "*The Virtual Window. From Alberti to Microsoft*", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2006
4. Torresi P. Antonio, "*Amate carte*", Campanotto Editore, Pasian di Prato (UD), 2007
5. "*Fondation Daniel Langlois pour l'art, la science et la technologie*", Montréal, Québec, Canada www.fondation-langlois.org
6. The Guggenheim Museum, "*The Variable Media Network*", New York, www.variablemedia.net
7. The Whitney Museum, "*Artport. The Whitney portal to net art*", New York, artport.whitney.org
8. *Ars Electronica Linz*, www.aec.at
9. *Low-fi net art locator*, Londra: www.low-fi.org.uk
10. *Università di California a Berkeley:* www.ieor.berkeley.edu/%7Egoldberg/lecs/index.html
11. Paul Christiane, "*The Myth of Immateriality: Presenting and Preserving New Media*", in "MediaArtHistories", a cura di Grau, Oliver , The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2006
12. International Network for the Preservation of Contemporary Art (Rete Internazionale per la Conservazione dell'arte contemporanea - INCCA): www.incca.org

L'INTERVENTO DI RESTAURO DELLA MADONNA SCRIGNO DI ANTAGNOD (AYAS-VALLE D'AOSTA)

Viviana Maria Vallet[*] Gianfranco Zidda[*], Barbara Rinetti[**], Piccirillo Anna[***], Vaudan Dario[***]

[*]Dipartimento Soprintendenza per i beni e le attività culturali della Regione Autonoma Valle d'Aosta
[**]Restauratrice, "Conservazione e restauro opere d'arte", via Cavour,37-39, 10123 Torino
[***] L.A.S. R. V. A. direzione ricerca e progetti cofinanziati, Dipartimento Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali Piazza Narbonne 3, 11100 Aosta

Un lungo e accurato intervento di restauro ha interessato, nel corso del 2006, una scultura lignea raffigurante Madonna in trono col Bambino appartenente alla chiesa parrocchiale di San Martino di Antagnod, nella valle di Ayas. L'opera, che si presenta come una Madonna scrigno di grande interesse e, soprattutto, di straordinaria integrità, era collocata, trasfigurata in Madonna d'Oropa, entro la nicchia centrale dell'altare laterale intitolato all'Assunta. È stata riscoperta, nel 2005, grazie all'acume di Rossella Obert e Alina Piazza che, riconosciutone la natura e l'importanza, l'hanno resa nota attraverso la pubblicazione di diversi articoli. I primi studi, immediatamente studi successivi al restauro, hanno ipotizzato che si tratti di un'opera, del quarto-quinto decennio del XIV secolo, proveniente presumibilmente dall'area dell'Alto Reno.
L'intervento è stato eseguito a Torino dal Laboratorio di Barbara Rinetti, sotto la direzione scientifica del Servizio Beni Storico-Artistici.
La scultura si presentava inizialmente in forma di simulacro abbigliato. Sul capo della Vergine e del Bambino era posto il triregno, bordato di perline vitree e realizzato con lo stesso raso di seta nel quale era stato tagliato il manto di Maria, originariamente di colore celeste vivo; la seta dei vestiti era invece rosa acceso. Al disotto di questo primo paludamento era presente una sorta di lungo grembiule più antico, di taffetas laminato d'oro, con pettorina ricamata a fili metallici, paillettes e gemme vitree colorate. Una volta liberata dalle superfetazioni tessili, l'opera si rivelava composta dalla figura di una Madonna in trono, dotata di un meccanismo di apertura a sportelli, alla quale era stato aggiunto un basamento ligneo, alto circa 27 centimetri e ancorato mediante una staffa, anch'essa di legno, inchiodata sul retro. La statua è costituita da diversi elementi lignei, scolpiti e scavati fino a creare la cavità interna; le fibre, disposte longitudinalmente, sono levigate in modo imperfetto. In particolare, il busto della Vergine è incollato a un pannello di fondo, leggermente convesso, sul quale si impostano quattro cardini metallici per l'apertura degli sportelli. Lo sportello destro, sul quale è scolpito il Bambino, è ricavato da un unico pezzo di legno. Il sinistro, per il rifacimento della mano ad incastro, risulta attualmente composto da due elementi; l'incamottatura risvolta sui margini del foro d'alloggiamento, ma ciò non permette di stabilire se il battente fosse predisposto così fin dall'origine, o se, viceversa, fratturatosi l'antico braccio in aggetto, la preparazione di gesso e tela rimasta sia stata fatta aderire sui margini non levigati della rottura. Sono in un unico pezzo le figure dell'Eterno, del Cristo e della colomba dello Spirito Santo, mentre la croce è composta da due sottili lamine lignee incollate perpendicolarmente. Oltre al naturale processo di deterioramento si riscontravano gravi dissesti: la preparazione l'imprimitura a colla e gesso appariva decomposta per l'umidità; distacchi e sollevamenti interessavano gli strati di preparazione del supporto e di pellicola pittorica e lamina, che sotto lo stress di dilatazione e restringimento del legno, avvenuti nel corso del tempo, avevano perso elasticità. Un forte ritiro delle fibre aveva provocato fenditure longitudinali profonde, in corrispondenza delle ginocchia degli angeli, con sconnessione delle parti. La preparazione con gesso, colla e una tela a trama larga, stesa per ricevere il colore, risultava abbastanza spessa e robusta; in alcuni punti è mancante l'incamottatura con tela, posta a coprire le congiunzioni delle parti e destinata sia ad attenuare i dislivelli sia a contenere i movimenti.
La superficie dipinta appariva scurita da protettivi alterati e da depositi di polveri grasse. La lamina era fortemente ossidata e sporca. La parte esterna, oltre alle ridipinture, è danneggiata da grandi lacune, soprattutto nelle aree in aggetto dei panneggi e nel bordo inferiore. L'interno, pur con il piccolo gruppo scultoreo sconnesso e frammentario, risulta meglio conservato: le dorature e la foglia d'argento sono abbastanza aderenti e presentano solo alcune abrasioni della lamina, più accentuate sui fondi e minime sui panneggi; lacune di media grandezza sono presenti sotto il busto della Vergine e in corrispondenza di chiodi e fenditure. I fondi oro sono a lamina, fatta aderire all'imprimitura con bolo rosso. La pittura é a olio, eseguita generalmente a corpo; in alcuni punti la stesura è molto sottile, come sugli incarnati della Trinità.
Gli incarnati della Vergine e del Bambino erano stati ridipinti di nero. Per individuare il colore originale sono stati effettuati tasselli stratigrafici, agendo meccanicamente con l'uso del bisturi. Sui volti della Madonna e del Bambino si sono potuti distinguere cinque strati sovrapposti, quattro di pigmento e uno di preparazione. Il primo è una corposa stesura di colore nero scuro, uniforme e grossolana, probabilmente di origine acrilica, non presente su tutto il volto, ma solo in alcune zone che risultano in rilievo (naso, gote, zigomi). Il secondo è una stesura più sottile di colore marrone-bruno, che si presume tempera; la ridipintura invade tutto il volto, facendo risaltare gli

occhi con del bianco per il bulbo e del nero per la pupilla, mentre la bocca è segnata da una pennellata di rosso intenso. Il terzo livello - molto sottile, di colore rosa, come porcellanato - non interessa tutto il volto, ma sembra sia stato steso per risarcire lacune presenti sul film pittorico originale: sono escluse le zone delle sopracciglia, degli occhi e della bocca, che verosimilmente erano meglio conservate. Il quarto è lo strato originale: il pigmento, di un caldo colore rosa, in alcune zone appare molto intenso, dello spessore di circa mm 0,5; lacunoso nelle zone più sporgenti, è invece ben conservato nei dettagli anatomici (occhi, bocca). Il quinto strato è quello della preparazione gesso-colla. La zona dei capelli presenta un solo strato di ridipintura, presumibilmente coevo al secondo livello sul volto; al di sotto è stata rinvenuta la doratura originale, mentre quella del velo è stata effettuata in epoca recente, con una base a bolo rosso e una preparazione a gesso-colla su legno. Sulla mano sinistra della Madonna sono stati individuati due strati pittorici, di cui il primo, bruno, copriva direttamente il rosa dell'incarnato originale.

In fase diagnostica, preliminare all'intervento di restauro, sono state eseguite analisi radiografiche dal laboratorio PanArt di Firenze, per verificare incollaggi, incastri, chiodature e parti aggiunte. Successivamente i tecnici del Laboratorio di Analisi Scientifiche della Soprintendenza per i Beni Culturali della Valle d'Aosta hanno prelevato dei micro-campioni per indagini chimiche e stratigrafiche, al fine di acquisire maggiori elementi sui materiali costitutivi, originali e non, delle decorazioni policrome; la discussione dei risultati è riportata nel paragrafo seguente (*Analisi e diagnostica*). Il laboratorio Volpin di Padova ha invece analizzato due campioni di confronto per definire la stratigrafia della doratura del velo. Si è potuto rilevare che, sotto la lamina attuale, lo strato preparatorio bianco, spesso e liscio, composto da gesso e legante organico, è ben rifinito da un film di colla animale, nettamente distinto dal livello sottostante: ciò ha indotto a ritenere che lo strato gessoso bianco fosse lasciato a vista, poiché le finiture a colla per preparare la doratura sono, di norma, del tutto integrate al materiale di preparazione.

Le operazioni di restauro iniziali hanno riguardato le superfici, spolverate con pennellesse per eliminare gli strati incoerenti; per la fragilità estrema delle scagliature e dei sollevamenti si è proceduto alla velinatura quasi totale delle parti, all'esterno con carta giapponese e adesivo sintetico Beva, all'interno con carta giapponese e colla animale. I consolidamenti preliminari della pellicola pittorica e dello strato preparatorio sono stati realizzati con colla di coniglio, iniettata a siringa o stesa a pennello per le scaglie minori. Per eliminare le ossidazioni e prevenirne la ricomparsa, gli elementi metallici dei cardini e i chiodi sono stati trattati con convertitore della ruggine *Ferox*. Rimosse le parti aggiunte (basamento ligneo e relativa staffa di sostegno, mano destra della Vergine), è stato colmato il vuoto, lasciato dal perno della mano, con un inserto ligneo in abete, mobile e leggermente sotto livello, velato ad acquerello per ridurne l'interferenza visiva. Le prove di pulitura sulle cromie e dorature, eseguite con *miscela 2A* a tampone, hanno dato esito negativo, in quanto troppo deboli, mentre è risultata efficace una miscela solvente di saliva e acetone 50% - 50% a tampone. Numerose asportazioni dello sporco o delle ridipinture solubilizzate, nonché la rifinitura, sono state eseguite meccanicamente a bisturi.

Il risultato finale ha permesso di recuperare gli incarnati dai toni rosati e vibranti, ben conservati, dei volti e delle mani del Bambino e della Vergine. Il velo è stato riportato al colore bianco della finitura gessosa, patinata dalla verniciatura-lucidatura a colla. Le parti con essenza lignea rimasta a vista, dopo la completa rimozione della gessatura soprammessa, mediante acqua tiepida, sono state rifinite e protette con cera d'api. La croce lignea deformata e fessurata, è stata riportata alla planarità originale con un trattamento di umidità-pressione-calore e opportuni incollaggi. Ulteriori consolidamenti della pellicola pittorica e dello strato preparatorio sono stati realizzati con alcool polivinilico iniettato a siringa. La verniciatura è stata eseguita con una leggerissima stesura a pennello di vernice *à Retoucher* Lefranc & Bourgeois, al fine di preparare la fase di risarcimento. Le stuccature sono state realizzate con gesso di Bologna e colla di coniglio. Per i risarcimenti nelle fenditure e nella profonda lacuna sotto il braccio sinistro sono state impiegate polvere di legno e colla animale; nelle fratture a sinistra del velo e sul bordo inferiore dello sportello sinistro si è operato mediante inserti lignei della stessa essenza originale, con le fibre poste nel senso del legno. Si è infine proceduto al passivamento dei chiodi di sostegno dell'abito e degli ornamenti, difficilmente rimovibili senza compromettere il manufatto. La reintegrazione cromatica, con colori ad acquarello Winsor & Newton, è stata effettuata utilizzando la tecnica a tratteggio per le stuccature di maggiori dimensioni e per le parti figurative che si è stabilito di ricostruire; sulle piccole stuccature ed abrasioni si è agito con tecnica mimetica.

Per rispettare la tradizione consolidata e la devozione del luogo di origine della scultura, che la conosce con le proporzioni, i colori e gli ornamenti precedenti al restauro, è stato deciso di far eseguire una riproduzione del simulacro. La realizzazione si deve allo scultore Gabriele Garbolino e al suo collaboratore Carlo D'Oria, che hanno prodotto il calco in resina e la controforma in gesso. La decorazione del calco, che ha ripreso fedelmente le ridipinture rimosse, è stata eseguita dal laboratorio Barbara Rinetti. La statua in gesso è stata poi rivestita del suo abito, restaurato da Cinzia Oliva di Torino, quindi ricollocata nella parrocchiale di San Martino di Antagnod.



Figura 1. Madonna scrigno di Antagnod.
Prima del restauro



Figura 2 – 3. Madonna scrigno di Antagnod. Dopo il restauro

ANALISI E DIAGNOSTICA[***]

La fase di diagnostica sulla Madonna scrigno è stata condotta in due fasi: la prima fase è stata effettuata con l'applicazione di strumentazioni analitiche di tipo non invasivo, ovvero che non richiedono il prelievo di campioni e una seconda fase con campionamento per un maggior approfondimento.
Durante la fase di restauro della statua della Vierge Ouvrante è stata impiegata la tecnica XRF, con la quale si è cercato di avere un quadro complessivo delle tipologie di pigmenti, o meglio dei metalli presenti che li compongono, prima che venissero aperti i tasselli di pulitura. Questo passaggio ha permesso di avere un quadro generale delle omogeneità e disomogeneità degli strati pittorici e, quindi, ha ridotto il numero di campioni. La tecnica non è prettamente di superficie per questo la penetrazione della radiazione e, quindi, il risultato analitico, possono essere influenzati sia dai vari elementi presenti sullo strato più esterno sia da quelli presenti nello strato sottostante. Nella tabella 1 sono riportati i risultati ottenuti da questa prima fase di analisi e sono anche riportate le possibili attribuzioni dei pigmenti presenti sulla base del contenuto dell'elemento chimico che lo caratterizza.

Tabella 1: risultati dell'analisi con fluorescenza X portatile e i punti di analisi (foto D. Vaudan)

		Ca	**Fe**	**Cu**	**Zn**	**Pb**	**Hg**	**Au**	**Sr**	**Ag**	**S**	**Cr**	**Ti**	**Possibile attribuzione**
VD 01	Doratura sopra la fronte	x	xx	xx		xx		xxx	x		x			oro
VD 02	Nero della fronte	tr	tr	xx		xxx	xx	tr	tr		tr		tr	ridipintura
VD03	Rosso "sotto la fiamma"	tr	X			xx	xxx		x		tr			Cinabro, bianco di piombo o minio
VD04	Grigio della veste del bimbo	xxx	xx	x		tr			xxx	xxx				Argento
VD05	Nero mano sx madonna	tr	xx			xxx	x	tr	x		tr			ridipintura
VD06	Doratura ginocchio sx madonna	xxx	xx	x		tr	xx	xxx		x				Oro
VD07	Rosso del risvolto della veste	x	X	x		x	xxx		x					Cinabro
VD08	Doratura del Cristo all'interno	xxx	xx	xx		x		xxx	xx	x				Oro
VD09	Grigio lamina bordo "porticina"	xxx	xx	x					xx	xxx				Argento
VD10	Rosso dell'angelo sx interno	xx	X	x		x	xxx		x		x			Cinabro
VD11	Verde ali dell'angelo sx	x	X	xxx		xxx					x			Malachite, bianco di Piombo
VD12	Marrone ai piedi dell'angelo	xxx	xx	x		xx	xxx		x		x			Cinabro e ocra rossa?
VD13	Rosso bocca della madonna	x	X	xx	x	xxx	xxx		x		xx		x	Cinabro, bianco di Piombo o minio



I dati XRF, dato che l'attribuzione può risentire dell'apporto più o meno evidente dei metalli presenti nei diversi strati, mostrano incongruenze che spesso possono avere varie possibilità di interpretazione.
Si osservi, ad esempio, come il campione VD01 indichi la presenza di oro (Au) in modo evidente, ma anche la presenza di rame (Cu). La contemporanea presenza dei due metalli deve quindi essere giustificata: le ipotesi a priori possono indicare la presenza di ritocchi a base di porporina o la possibile presenza di strati sottostanti con cromia effettuata con pigmenti a base di rame, per esempio blu o verdi, con una sezione stratigrafica successiva si potranno meglio chiarire le due presenze.
Non fanno molta eccezione anche campioni come il VD02, dove il colore nero mostra presenza di mercurio (Hg), evidentemente possibile residuo di un colore rosso come il cinabro oppure semplice sovrapposizione decorativa. Nei campioni più "semplici", come per esempio il VD03, resta l'incognita di quale apporto sia dovuto al piombo (Pb), dato che esso può essere attribuito sia ad una preparazione a base di biacca o alla presenza del rosso minio, magari miscelato al cinabro per una questione economica o di gusto cromatico.
Un apporto maggiore è deducibile, invece, dalle valutazioni sui campioni VD04 e VD09 dove la presenza della lamina d'argento (Ag) è indiscutibile, ma dove l'elevato contenuto di stronzio (Sr) si collega alla presenza di calcio (Ca), indicando che la preparazione è potrebbe essere a base di carbonato di calcio, dato che lo stronzio spesso si associa a questo composto durante la fase di genesi dei vari giacimenti, ma anche a base di gesso.
Questo dato deve però essere valutato, come mostra il campione VD05, considerando che la preparazione di altre cromie, soprattutto di quelle che i restauratori attribuiscono a ridipinture, abbia come composto la biacca,

definita in questo caso dal piombo. Resta da chiarire la presenza, seppure limitata, di mercurio, mentre il ferro (Fe) potrebbe essere legato ad alcuni prodotti di combustione impiegati nella produzione del nero.
La doratura sul ginocchio, campione VD06, apre invece tutte le possibilità, soprattutto grazie alla presenza, debole ma evidente, di elementi come argento, mercurio e il solito rame, a sua volta ancora differente da quanto ritrovato nel campione VD08, dove il posto del mercurio viene preso dal piombo, nonostante l'evidente presenza di calcio e la relativa probabile preparazione a base di carbonato di calcio.
Il campione VD07 è paragonabile al VD02, anche se alcune quantità limitate di rame e una minore, possibile, presenza di piombo, possono quantomeno creare un dubbio e portare ad un momento di riflessione relativamente all'originalità di alcuni strati.
Il campione VD10 mostra, come molti altri punti misurati, la presenza di zolfo (S), la quale crea alcune complicazioni nella valutazione della policromia. La sua presenza, infatti, non è facile da rilevare, almeno con la strumentazione portatile in possesso del LAS, in quanto al limite delle capacità di rilevabilità dello strumento. Questo fatto induce a mettere in dubbio che la preparazione, dove è presente solo l'elemento calcio, sia effettivamente a base di carbonato di calcio e non, invece, a base di gesso, e non rilevata per la mancanza del segnale relativo allo zolfo legata alla presenza di altri elementi che possono aver ridotto la sua leggibilità. La questione si ripresenta nel campione VD11, dove la presenza di solfo, questa volta, è accompagnata dalla presenza di piombo e, quindi, della possibile biacca. Più semplice, in questo ultimo campione, appare l'interpretazione del rame, attribuibile al colore verde, anche se difficile è, a priori, definire la presenza di malachite o di altri pigmenti verdi come resinato e acetato di rame.
Gli ultimi due punti di misura sono da considerarsi ancora più complessi a causa della presenza di molti metalli che possono contribuire, o essere confusi, nella formazione del rosso o del marrone.
Il ferro è di sicuro il metallo che più concorda con questo tipo di colore, soprattutto per la possibilità di ottenere delle ocre bruciate, tuttavia non si spiega, a questo punto, la presenza di mercurio, tipica del cinabro e assai costoso per un uso cosi inappropriato (nei piedi), mentre è più probabile il suo impiego per le labbra, data la sua luminosità e intensità di colore.
La seconda fase analitica ha riguardato lo studio stratigrafico di alcuni campioni. Sono state fatte sezioni stratigrafiche, saggi microchimici e identificazioni con colorazioni istochimiche dei leganti presenti. I risultati di questa attività sono riportati nella tabella 2.
L'interpretazione dei dati, già in parte evidente nello schema della tabella 2, mostra come si possa ritenere che vi sia uno strato molto omogeneo di preparazione, evidente soprattutto per la tipologia dello strato e per la colorazione azzurra della sua fluorescenza alla radiazione UV, che è generalmente indicativa della presenza di proteine. Non in tutti i campioni, tuttavia, questo strato con detta fluorescenza è visibile. In alcuni casi, VD0002 e VD0004, infatti, non si può ritenere di avere un fenomeno di fluorescenza facilmente identificabile, a svantaggio della possibilità di estendere questa valutazione a tutti i campioni. Il campione VD0007, invece, presenta in modo poco evidente questa tipologia di fluorescenza, ma nello stesso tempo mostra la presenza di una fluorescenza gialla tipica delle presenze di materiale oleoso e riscontrata anche negli strati successivi di altri campioni, come per esempio nello stesso strato dei campioni VD0001 e VD0003.
I campioni VD0001, VD0003 e VD0007, sono anche caratterizzati dalla presenza di uno strato con evidenti apporti di tipo oleoso, anche se lo 0003 ha un aspetto fortemente trasparente in confronto con quello degli altri due campioni. La stesura della lamina di metallica per i campioni VD0001 e VD0002, presenta la sola differenza legata proprio al tipo di preparazione e alla sua fluorescenza. Diversa è, invece, questione delle due dorature, campioni VD0005 e VD0006, dove lo strato di stesura della lamina è preceduto da una sottile linea di bolo, il che li rende non paragonabili a quelli precedenti in cui la lamina veniva stesa direttamente sulla preparazione.
La chiusura della valutazione dei campioni rispetto al solo strato c) deve eventualmente comprendere anche lo strato d), almeno per quanto concerne la parte delle dorature.

Tabella 2 – schema delle stesure policrome riferito a strati similari di preparazione in modo da fornire l'evidenza delle ridipinture e delle fasi coerenti da quelle non coeve.

STRATI IDENTIFICATI							
strato	VD0001 lamina in argento veste del bimbo	VD0002 doratura petto della Madonna, interno	VD0003 pigmento marrone, ai piedi dell'angelo interno a sinistra	VD0004 pigmento nero alla base del collo della madonna	VD0005 doratura del velo della Madonna sullo spigolo lato sinistro	VD0006 doratura del velo della Madonna interno lato sinistro	VD0007 capelli della Madonna lato sinistro
e	Strato nero con grani rossi						

d	Strato di pigmento verde			Strato nero	Lamina e pigmento giallo	Residui di doratura	Strato rosso-arancio con grani neri e bianchi diventa scuro all'UV
c	Lamina metallica	Lamina	Pigmento giallo leggera fluorescenza gialla all'UV	Strato rosso	Bolo o pigmento marrone	Bolo o strato marrone con cristalli neri	Sottile strato di pigmento rosso che rimane rosso all'UV
b	Preparazione fluorescenza gialla all'UV		Strato semitrasparente giallo all'UV		Pigmento giallo	Strato giallo	Preparazione fluorescenza gialla all'UV e leggermente azzurra nella parte piú bassa
a	Preparazione fluorescenza azzurra all'UV	Preparazione	Preparazione leggera fluorescenza azzurra all'UV	Preparazione	Preparazione leggera fluorescenza azzurra all'UV	Preparazione leggera fluorescenza azzurra all'UV	

Da questi strati, che presentano già delle caratteristiche sufficienti ad individuare una prima possibile colorazione della scultura, si aggiungono strati successivi con evidenti presenze di ridipinture. Restano, tuttavia alcune perplessità relative al pigmento verde sopra la lamina. Alcune stesure, infatti, come quella del verde sopra la lamina, possono rappresentare uno stratagemma tecnologico per dare maggiore vivacità al verde, sfruttando la sua trasparenza alla radiazione e l'effetto di riflessione della lamina che aumenta la saturazione del colore.
Lo strato nero sembra essere sempre legato a nuovi cicli, magari manutentivi, che hanno comportato una riproposizione della cromia più consona a quella dei gusti del periodo.
Lo studio delle cromie ha permesso di evidenziare il susseguirsi degli interventi che hanno interessato l'aspetto cromatico della Madonna di Antagnod a supporto delle scelte tecniche necessarie ai restauratori per definire, in accordo con il settore dei beni storico artistici, il livello ultimo da raggiungere nelle fasi di recupero della scultura.

BIBLIOGRAFIA

1. *Leganti, Fissativi, Pigmenti, Metodi di riconoscimento, DIMOS*, Corso sulla manutenzione di dipinti murali- mosaici- stucchi, parte I- modulo 3, Istituto Centrale del Restauro, Roma 1978.
2. *Tecnica delle sezioni stratigrafiche*, *DIMOS*, Corso sulla Manutenzione di dipinti murali- mosaici- stucchi, parte I - modulo 4, Istituto centrale del Restauro, Roma 1978.
3. L. Appolonia, S. Volpin, *Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi*, Padova 1999.
4. G. Lanterna, M. Matteini, M. Rizzi, P. Croveri, *Staining tests e fluorescenza U.V. al microscopio ottico per lo studio stratigrafico dei materiali pittorici*, Metodologie integrate per l'analisi dei dipinti, CNR- Progetto finalizzato Beni Culturali, Padova, 2003 pp. 21-31.
5. C. Seccaroni, P. Moioli, Fluorescenza X, prontuario per l'analisi XRF portatile applicata a superfici policrome, Firenze 2004.
6. L. Appolonia, D. Vaudan, *L'analisi delle policromie murali. Un confronto fra metodi e risultati*, XXI Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali: La prova del tempo, Bressanone 2005, pp. 763-773.
7. R. Obert, A. Piazza, *La "Vierge ouvrante" di Antagnod*, in "L'écho de nos montagne. La voce dei campanili. Paroisse d'Ayas", XLVI anno, n. 7-8, 2005, pp. 12-13.
8. R. Obert, A. Piazza, *Notre-Dame d'Antagnod, une Vierge ouvrante*, in "Le Flambeau", n. 195, 3/2005, pp. 64-88.
9. R. Obert, A. Piazza, La Vergine di Oropa salva una madonna medioevale, in "Rivista Biellese", n. 3, anno 10, 2006, pp. 5-13.
10. V.M. Vallet, Scultore dell'Alto Reno, 1340-'50, Madonna scrigno, in Antologia di restauri. Arte in Valle d'Aosta tra Medioevo e Rinascimento, catalogo della mostra a cura di E. Rossetti Brezzi, Aosta 2007, pp. 20-23.

PROTOCOLLI CHIMICO-FISICI PER LA VALUTAZIONE DEL DETERIORAMENTO AMBIENTALE DI PERGAMENE ANTICHE

Elena Badea[*], Admir Masic[*], Virgil E. Marinescu[*], Salvatore Cosuccia*, Giuseppe Della Gatta[*], Lucretia Miu[**], Cecilia Laurora[***], Anna Brughieri[****]

[*]Dipartimento di Chimica IFM, Università di Torino, via P. Giuria 9, 10125 Torino, tel.:+390116707571, e-mail: elena.badea@unito.it
[**] National Research and Development Institute for Textile and Leather, str Ion Minulescu 93, 031215 Bucharest, Romania, tel.:+40213213974; e-mail: icpi@sunu.rnc.ro
[***]Archivio di Stato di Torino, Via Piave 21, 10122 Torino, tel.:+390114604156; e-mail: sato@archivi.beniculturali.it
[****]Archivio Storico della Città di Torino, Via Barbaroux 32, 10122 Torino, tel.: +390114431811; e-mail: anna.braghieri@comune.torino.it

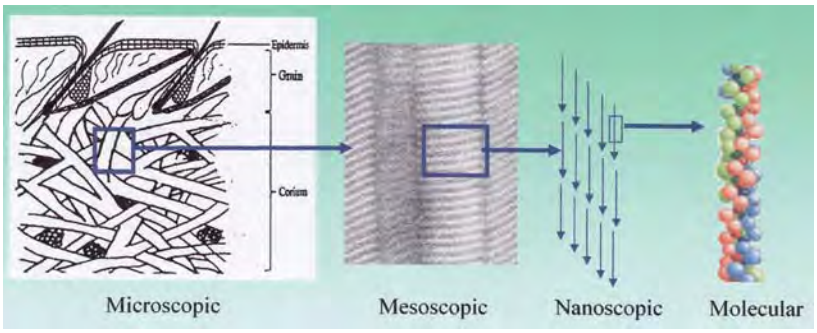
Introduzione

I percorsi elementari di danneggiamento delle pergamene e i processi nanoscopici e molecolari di deterioramento chimico-fisico della loro struttura sono stati finora poco studiati. I procedimenti meccanici e chimici cui viene sottoposta la pergamena durante la produzione e i fattori ambientali inducono cambiamenti nella struttura del collagene, la base struttturale delle pergamene. Questi cambiamenti sono dovuti a ossidazione, idrolisi, denaturazione, gelatinizzazione, ecc., processi che possono interessare tutti i livelli strutturali del collagene [1]. I metodi utilizzati per la valutazione del danno nelle pergamene sono spesso empirici e talvolta elaborati *ad hoc* in seguito ad eventi eccezionali (inondazioni, incendi, ecc.). Tradizionalmente, si fondano su una valutazione visiva che, ovviamente, non è in grado di rivelare il danno al livello strutturale interessato né prevedere il rischio cui la pergamena è esposta a medio-lungo termine. Pertanto essi riguardano principalmente il recupero e l'eventuale restauro, e quasi mai la conservazione e il prolungamento della vita dei fondi pergamenacei. L'approccio scientifico ai meccanismi di deterioramento del collagene nelle pergamene e nelle pelli di interesse storico è molto recente ed è soprattutto focalizzato sui cambiamenti prodotti da trattamenti di recupero e di restauro (miscele di solventi, di irraggiamento laser e di ultrasuoni) [2]. Un protocollo standard di micro-analisi delle pergamene è stato messo a punto nel progetto EU *Micro-Analyises of Parchment* (MIP) coordinato da René Larsen [3]. In seguito, lo studio sistematico del deterioramento di pergamene artificialmente invecchiate è stato sviluppato nel progetto EU *Improved Damage Assessment of Parchment* (IDAP), ancora coordinato da Larsen. L'obbiettivo principale affrontato dai vari gruppi di ricerca partecipanti al progetto IDAP è stato lo studio dei meccanismi meso- e nanoscopici di deterioramento del collagene. A questo scopo, pergamene nuove sono state esposte a differenti procedure di invecchiamento accelerato e poi analizzate con tecniche di microscopia elettronica ed atomica, diffrattometria di raggi X, spettroscopia infrarossa, calorimetria, analisi termica e meccanica e risonanza magnetica nucleare. Sono stati identificati criteri di valutazione del danno, *early warning marker* ed elaborati protocolli per l'*assessment* dello stato di conservazione delle pergamene. L'analisi statistica dei risultati ha consentito una buona previsione dell'evoluzione del danno in condizioni ambientali controllate.
Nell'ambito del progetto, attualmente in corso, *Old Parchment: Evaluating Restoration and Analysis* (OPERA), co-finanziato dalla Regione Piemonte e coordinato da Giuseppe Della Gatta, si è passati all'analisi strutturale e chimico-fisica di pergamene antiche di varie tipologie e provenienze geografiche selezionate da archivisti e da conservatori che collaborano al progetto. La strategia del progetto OPERA consiste nell'analisi correlata a livello mesoscopico (rete tridimensionale di fibre), nanoscopico (microfibrille) e molecolare (tripla elica) del collagene e nella descrizione, valutazione e assegnazione del danno in riferimento alla sua struttura originale [4-8].

Parte sperimentale

Pergamene

Il nostro lavoro illustra alcuni esempi di pergamene antiche provenienti da collezioni europee (Italia, Scozia, Danimarca, Romania) che sono state sottoposte ad uno studio e monitoraggio sistematico. Le pergamene selezionate sono in forma di fogli unici, copertine e rotoli. In alcuni casi è stato possibile prelevare due o tre campioni appartenenti allo stesso documento da zone con caratteristiche di conservazione diverse.
La struttura gerarchica del collagene nella pergamena determina sia le sue proprietà meccaniche di resistenza e reversibilità che le modalità di interagire e rispondere a vari fattori di deterioramento. Di conseguenza, il danno ad un certo livello strutturale si può distruibuire tra i vari livelli strutturali del collagene (Figura 1) anche in seguito ad effetti sinergici.



C.J. Kennedy *et al.*[9]

Figura 1. Struttura gerarchica del collagene nella pergamena. La fibra del collagene si forma per successive associazioni di *fibrille* costituite a loro volta da molecole di tropocollagene (tripla elica). Le principali interazioni che stabilizzano la struttura del collagene sono: legami H intra- e intermolecolari, ponti ad acqua intereliche, interazioni idrofobiche e crosslink covalenti intra- e intermolecolari.

Determinazioni sperimentali

Le tecniche chimico-fisiche adottate nel progetto OPERA consentono l'analisi del danno a partire dal livello microscopico a quello molecolare. Inoltre, è stato individuato un percorso sperimentale (Figura 2) che parte da indagini non-invasive e non-distruttive, passa a quelle micro-invasive e termina con le analisi distruttive. In Figura 2 è riportata l'identificazione delle tecniche in relazione alla loro invasività/distruttività ed anche alla loro capacità di fornire informazioni in grado di descrivere e/o spiegare in termini qualitativi o quantitativi i processi di deterioramento. La campionatura delle pergamene antiche è limitata, quindi le misure da effettuare si valutano caso per caso in funzione dei risultati delle analisi non-invasive e non-distruttive *in situ*.

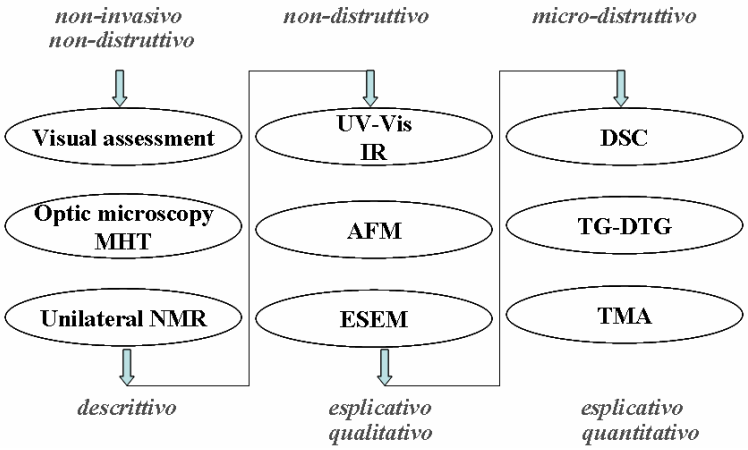


Figura 2. Percorso sperimentale delle tecniche chimico-fisiche per l'investigazione delle alterazioni a vari livelli strutturali nella pergamena

Risultati e discussione

La procedura di **analisi visiva** elaborata in IDAP consente di caratterizzare le alterazioni di proprietà fisiche come colore, rigidezza, spessore e trasmissione della luce. L'entità della contrazione termica (*shrinkage activity*) e la temperatura di contrazione T_s (*shrinkage temperature*) delle fibre si possono ottenere mediante il metodo **Micro Hot Table (MHT)** che necessita il prelevamento di alcune fibre di collagene [3] (Figura 3). MHT combina i vantaggi dell'analisi microscopica (qualitativa) con quelli dell'analisi termica (quantitativa) per fornire i seguenti *marker*: T_s, T_{first}, *first observed shrinkage*, T_{last}, *last observed shrinkage*, e $\Delta T_{total} = T_{last} - T_{first}$, *total interval of shrinkage activity* (Figura 4). Questi parametri sono molto utili per decidere tecniche e strategie di conservazione. Inoltre, esse rendono possibile correlare l'analisi visiva con risultati ottenuti mediante tecniche più sofisticate come DSC, TG e DMTA [7,10,11].

Attualmente la procedura IDAP per l'analisi visiva è impiegata come procedura di routine da National Archives of United Kingdom, Royal Library of Copenhagen, National Archives of Sweeden, National Library of Czech Republic, Archivio di Stato di Torino, Archivio Storico della Città di Torino e National Research and Development Institute for Textile and Leather of Bucarest.



Figura 3. Strumentazione MHT: micro hot table *Caloris*, stereomicroscopio *Wild Heergbrugg*, webcam e software di acquisizione dati *F.L.T.K. 1.1*

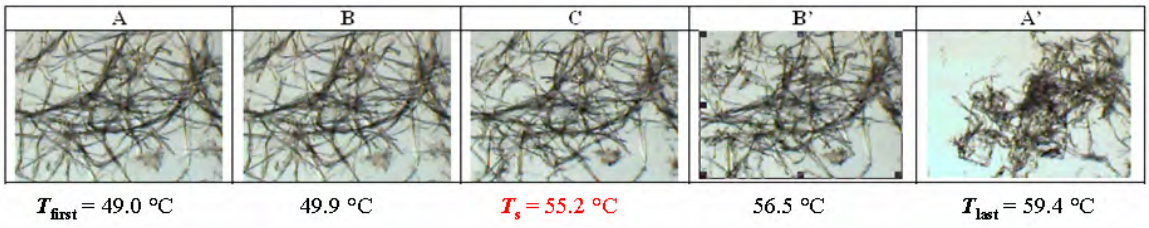


Figura 4. Contrazione termica di fibre di collagene di una copertina dell'Archivio Storico della Città di Torino (collezione V, Finanze-Catasto): A–A' intervallo di contrazione di fibre individuali; B–B' contrazione di gruppi di fibre; C, contrazioni simultanee di almeno 2 fibre (T_s = inizio intervallo C) [3]

La presenza di acqua nella struttura della pergamena e il suo ruolo di stabilizzazione delle triple eliche, delle fibrille e delle fibre del collagene può essere descritta mediante le tecniche rilassometriche. In particolare, poiché l'acqua interagisce omogeneamente con il substrato proteico attraverso i legami H, qualsiasi cambiamento nella struttura gerarchica del collagene induce un cambiamento nell'intorno chimico dell'acqua rilevabile attraverso i tempi di rilassamento dei protoni (Figura 5). La **risonanza magnetica nucleare (NMR)** di alta risoluzione fornisce dunque informazioni utili per la caratterizzazione del deterioramento di pergamene antiche [12-13].

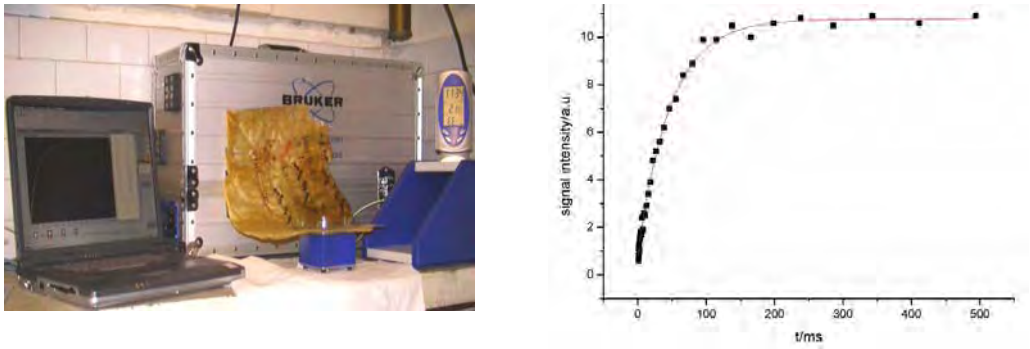


Figura 5. Strumentazione NMR ProFiler e classico esempio di *saturation recovery plot* di una pergamena nuova. E' stato usato il probe di superficie con tempi di accumulazione relativamente lunghi (4 h / misura) che fornisce tempi di rilassamento longitudinale T_1 con errore di circa ±1 ms

L'utilizzo della tecnica NMR di bassa risoluzione, ed in particolare NMR ProFiler, costituisce un approccio innovativo utile per la valutazione qualitativa delle modalità in cui le molecole d'acqua possono strutturarsi all'interno delle fibre di collagene [6,14]. Sono stati misurati i tempi di rilassamento longitudinale di un gran numero di campioni di pergamene nuove. Si è osservato che i tempi di rilassamento T_1 cadono in un *range* molto stretto di valori (42.4–48.8) ms [6]. Questo indica che l'intorno chimico dell'acqua nelle pergamene nuove è molto simile e non dipende ne dalla specie dell'animale e neppure dal metodo di preparazione della pergamena. Per le pergamene invecchiate artificialmente è stato rilevato un comportamento biunivoco: le pergamene esposte a SO_2, luce e calore hanno mostrato un incremento dei valori di T_1 mentre quelle esposte a calore in ambiente umido presentano una componente molto corta di T_1 [6]. L'incremento dei valori di T_1 è stato correlato con il

processo d'idrolisi delle fibre del collagene, mentre la componente corta è associabile alla gelatinizzazione, cioè la perdita della struttura terziaria della tripla elica.
I vari tipi di **spettroscopie infrarossa (ATIR, FTIR)** sono in grado di rilevare cambiamenti chimici nella struttura primaria del collagene (i.e. ossidazione, idrolisi) e di mettere in evidenza alterazioni strutturali della struttura proteica secondaria e terziaria come la conversione *helix-coil*. Inoltre è possibile rilevare la presenza di sostanze inorganiche provenienti dal processo di fabbricazione, dalla manipolazione, dall'inquinamento o da eventuali processi di conservazione e restauro.
Le carateristiche principali degli spettri di assorbimento IR delle pergamene, associabili alle vibrazioni atomiche di particolari gruppi chimici (Tabella 1), si sono dimostrate molto utili per l'identificazioni dei meccanismi di deterioramento.

Tabella 1. Assegnazione delle bande IR in spettri del collagene puro (Merck) e della pergamena nuova SC70

Modo vibrazionale	Numero di onda / cm^{-1}	
	Collagene tipo I	Pergamena SC70
ν(NH) e ν(OH) variamente associate con legami H	3300-3425	3295-3450
Ammide A	3313	3283
Ammide B	3080	3073
$\nu(CH_3)$ asimmetrico	2950	2948
$\nu(CH_2)$ asimmetrico	2936	2928
$\nu(CH_3)$ simmetrico	2884	2878
$\nu(CH_2)$ simmetrico	2868	2865
ν(C=O) in –COOH	(1720)	(1720)
ν(C=O) Ammide I α-helix	1643	1631
$\nu_{as}(C{=}O)$ in $-COO^-$ (Asp e Glu)	(1580)	(1580)
ν(CN) and δ(NH) Ammide II	1552	1536
$\delta(CH_2)$ and $\delta(CH_3)$	1451	schermo di $CaCO_3$
$\nu(CO_3^{2-})$ in $CaCO_3$	–	1447
$\nu_s(C{=}O)$ in $-COO^-$	1401	schermo di $CaCO_3$
Ammide III	1350-1200	1250-1200
(CO_3^{2-}) in $CaCO_3$	–	874

Alcuni gruppi e legami chimici specifici sono *marker* strutturali e la determinazione dell'intensità e della relativa posizione possono fornire una valutazione quantitativa dei processi di deterioramento:
(i) gli spostamenti e la separazione delle bande ammide II (A_{II}) e ammide I (A_I) indicano la conversione *helix - random coil* del collagene;
(ii) il rapporto delle intensità A_I/A_{II} indica il livello dell'idrolisi della catena polipeptidica, mentre la loro differenza di posizione, $\Delta\nu$, è attribuibile alla denaturazione molecolare del collagene;
(iii) gli spostamenti della banda ammide I, associata con la vibrazione dei gruppi carbonilici della catena polipeptidica, indicano alterazioni a livello della struttura secondaria del collagene;
(iv) l'aumento dell'intensità delle bande di vibrazione del gruppo OH (A_{OH}) (3400 and 1650 cm^{-1}) è dovuto all'idrolisi del collagene;
(v) la formazione di gruppi carbonilici caratterizzati da vibrazioni nell'intervallo 1700–1750 cm^{-1} è il risultato dell'ossidazione della catena polipeptidica;
(vi) l'aumento dell'assorbimento a 1720 cm^{-1} e la riduzione dell'assorbimento dei gruppi COO^- (1580 cm^{-1}) è causato dalla protonazione dei gruppi carbossilici degli acidi glutammico ed aspartico (Glu and Asp);
(vii) la formazione di una nuova banda a 1170 cm^{-1} e la diminuzione del contributto vibrazionale dei gruppi CH_2 e CH_3 è dovuta all'ossidazione di catene laterali contenenti l'amminoacido specifico metionina (Met).
La **microscopia elettronica di scansione (SEM/ESEM)** è stata impiegata per lo studio dei cambiamenti morfo-strutturali delle fibre (Figura 6). I principali *marker* morfologici indicativi dello stato di conservazione delle pergamene sono stati presentati in un nostro articolo precedente [15]. Le correlazioni dei risultati morfo-strutturali con dati ottenuti mediante varie tecniche fisico-chimiche (DSC, NMR, IR) sono descritte in un nostro recente lavoro [7]. Le osservazioni SEM/ESEM consentono la valutazione del livello del danno nelle pergamene mediante l'utilizzo di *marker* morfologici cui vengono assegnati indici quantitativi.

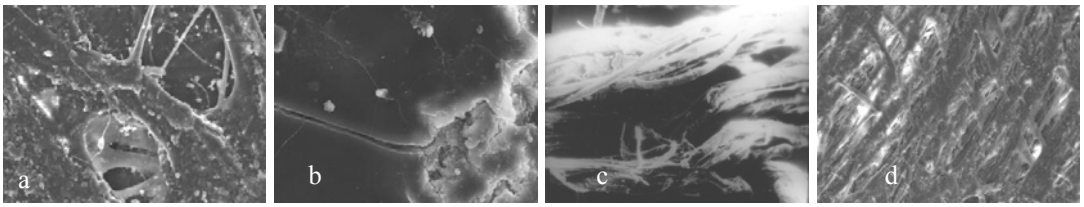


Figura 6. Esempi di morfologie superficiali osservate mediante SEM: a) USH2, rete di fibre con legero rigonfiamento; b) SC166, superficie di tipo *glassy-like* e zone con aspetto granulare; c) Ton Bazilicon, fibre spezzate; d) ASCTo7-1, fibre visibili, dense.

L'analisi mediante la **calorimetria differenziale a scansione (DSC)** con una varietà di strumenti (SETARAM DSC 111, SETARAM MicroDSC III, NETZSCH DSC 204 F1 Phoenix) ha permesso di utilizzare campioni di piccole dimensioni (qualche milligrammo) per la caraterizzazione di fenomeni che avvengono con rilascio o assorbimento di calore, denaturazione del collagene, aggregazione, transizioni di fase, decomposizione etc., o semplicemente con un "salto" di calore specifico come la transizione vetrosa. L'aumento della temperatura oltre un determinato livello critico produce la progressiva destabilizzazione della struttura supramolecolare del collagene fino a raggiungere la separazione delle catene polipetidiche della tripla elica. In altri termini, si instaura una struttura detta "*random coil*" che non possiede più le caratteristiche native del collagene e che corrisponde alla suo stato denaturato. Calorimetricamente, il fenomeno della denaturazione è evidenziato dalla presenza di un effetto endotermico nel grafico $C_p = f(T)$, nel quale la temperatura del massimo viene assunta come temperatura di denaturazione del collagene, T_d. Il diagramma $C_p = f(T)$ (Figura 7a) fornisce inoltre, tramite la determinazione dell'area del picco, l'entalpia di denaturazione, $\Delta_d H = \int C_p dT$. Inoltre, la variazione della linea di base associato al picco di denaturazione corrisponde alla variazione di capacità termica, $(\Delta C_p)_{max}$. La larghezza del picco a metà altezza, $\Delta T_{1/2}$, rappresenta un parametro correlato con l'eterogeneità delle interazioni che stabilizzano la struttura della pergamena. Questi parametri permettono di definire il comportamento termico della pergamena ed anche di simulare più direttamente l'evoluzione di un trattamento termico reale.
L'analisi dei campioni allo stato "*as received*" dopo un precondinzionamento a 20 °C e 50% RH è stata l'oggetto di lavori precedenti [4,7,15] e di una tesi di dottorato [16]. In questo articolo vengono presentati risultati dell'analisi DSC di campioni immersi in soluzione tampone (pH = 5.0). La forma del picco DSC ottenuto in condizioni di eccesso di acqua è molto significativa e mediante la deconvoluzione si possono identificare frazioni di collagene con diversa stabilità termica. Il picco DSC tipico di una pergamena nuova presenta una componente principale, alta ed acuta, con un massimo intorno a 54 °C, ed una componente minore intorno a 58 °C, rappresentata da una spalla sulla parte discedente del picco (Figura 7b). Le due componenti sono state assegnate ad una frazione di collagene stabile che si trova all'interno della fibra, ed alla frazione ancora più stabile del collagene che costituisce la guaina esterna della fibra [6,12,13]. L'invecchiamento e il deterioramento della pergamena inducono un alterazione differenziata delle due componenti che si traduce in variazioni dei parametri calorimetrici e della forma del picco DSC.
I parametri calorimetrici e le modifiche della forma del picco di denaturazione definiscono la stabilità idrotermale della pergamena e caratterizzano la sua eterogeneità. Una procedura di quantificazione del danno è stata pertanto proposta [7] e ha dimostrato la sua coerenza con i risultati ottenuti con altre tecniche.
Mediante lo studio delle pergamene sottoposte a trattamenti di invecchiamento artificiale è stata accertata la presenza di piccoli eventi endotermici a $T < T_d$, atribuibili a transizioni termiche di frazioni con struttura di tipo gel, ed anche l'alterazione dell'*onset* del picco di denaturazione associata alla perdita progressiva della struttura elicoidale del collagene. La presenza di inquinanti acidi (NO_x, SO_2, ecc.) ha determinato l'idrolisi della catena peptidica con progressiva diminuzione fino alla scomparsa del picco della denaturazione e la comparsa di picchi bassi e larghi a temperature più basse. Inoltre, le due frazioni di collagene hanno dimostrato cinetiche diverse: la diminuzione avviene più velocemente nel caso della frazione di collagene più stabile [6]. Al contrario, l'esposizione della pergamena a temperature ed umidità relative elevate ($T > 60$ °C e RH > 60 %) determina l'aumento della spalla del picco e del suo contributo al valore complessivo dell'entalpia di denaturazione. Questo fenomeno è verosimilmente dovuto all'intensificazione della reticolarizzazione [6].

Correlazioni e valutazione del livello di deterioramento

Il nostro studio conferma che il deterioramento ambientale delle pergamene è un fenomeno complesso che interessa tutti i livelli strutturali del suo componente principale, il collagene. La distribuzione del danno dipende sia dal meccanismo degenerativo sia dal livello dove esso si manifesta per la prima volta. Inoltre, la storia della conservazione (condizioni di collocazione, manipolazione ed eventuali trattamenti precedenti) è un fattore che incide sulla cinetica del deterioramento. Le tecniche sperimentali descritte in questo lavoro forniscono

informazioni specifiche riguardo le alterazioni fisico-chimiche e strutturali delle pergamene a tutti i livelli, dal molecolare al microscopico.

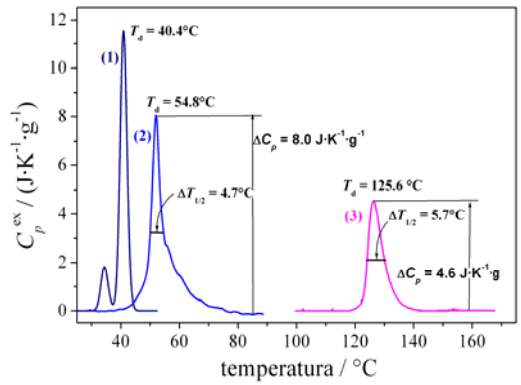


Figura 7a. Picco DSC di denaturazione termica: (1) collagene puro in soluzione molto diluita; (2) pergamena nuova in eccesso di acqua; (3) pergamena nuova in condizioni "*as received*"

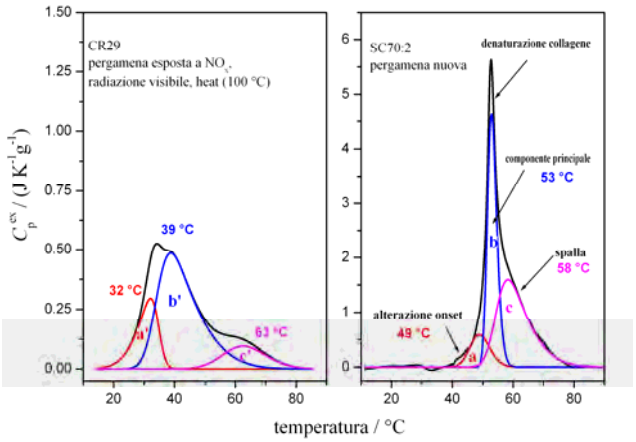


Figura 7b. Deconvoluzione del picco DSC: nella pergamena esposta a NO_x, luce e calore per 32 settimane CR29, la componente principale scompare, la spalla si riduce e si ha un picco a 32-39 °C.

Uno dei meccanismi più insidiosi e di difficile individuazione mediante l'analisi visiva è la gelatinizzazione. La progressiva transizione delle triple eliche ad una struttura disordinata può determinare in un periodo molto corto la trasformazione irreversibile del collagene in una massa di gelatina, con la perdita di tutte le caratteristiche meccaniche e fisico-chimiche che assicurano integrità, resistenza e durevolezza della pergamena. Questo processo è indicato dal'aumento del valore Δv (livello molecolare), la presenza di picchi DSC nel range (30–40) °C (livello mesoscopico), la comparsa di componenti T_1 con valore basso (livello mesoscopico) ed anche l'aspetto morfo-superficiale di tipo *glassy-like* osservati con microscopia SEM. Un altro *marker* che indica la presenza di gelatina è il processo di softening rilevato mediante l'analisi DSC in atmosfera di azoto. Si pensa che la presenza di picchi di softening sia collegata alla struttura amorfo-cristallina della pergamena [7,10].
Un altro meccanismo di deterioramento molto dannoso è l'idrolisi delle catene polipeptidiche. I *marker* fisico-chimici per l'identificazione dell'idrolisi consistono nell'aumento dei valori A_I/A_{II}, A_{OH}/A_I (livello molecolare), la diminuzione dell'entalpia di denaturazione e la presenza di tempi di rilassamento T_1 con valori elevati (livello mesoscopico). Inoltre, la formazione di gruppi carbonilici, la presenza dei derivati di ossidazione della metionina e la diminuzione del contributo IR dei gruppi CH_2 e CH_3 sono il risultato della decomposizione ossidativa della catena polipeptidica e possono promoverne l'ulteriore idrolisi. La stabilità termica elevata (valori T_d alti e la presenza di una spalla prominente del picco DSC) e un significativo livello di cristallinità indicano la formazione di strutture *crosslinked*. La presenza simultanea di gruppi o derivati di ossidazione suggerisce la formazione di interazioni di tipo collagene-lipidi, poiché questo tipo di reticolarizzazione ha confermato la capacità di indurre un alto livello di cristalinità [17].
Nelle Tabelle 2 e 3 sono presentati alcuni esempi di pergamene studiate (fogli, copertine e rotoli) con le loro caratteristiche fisico-chimiche ottenute secondo il percorso sperimentale illustrato nella Figura 2. Questi risultati permettono una descrizione accurata del danno delle pergamene.
(i) USH2 e ASCTo7-1: deterioramento leggero con lieve perdita di collagene originale dovuta principalmente alla denaturazione e diminuzione di flessibilità indotta dal *crosslinking*.
ii) ASTO4-1, ASTO4-2, ASTO4-3; deterioramento medio dovuto all'idrolisi parziale, diminuzione di flessibilità a causa della reticolarizzazione e opacità dovuta al livello alto di cristallinità.
(iii) Florilegii: danno medio prodotto dalla denaturazione del collagene e la combinazione di processi ossidativi e di reticolarizzazione con formazione di differenti frazioni con stabilità termica molto eterogenea.
(iv) ASCTo7-2: deterioramento medio-avanzato dovuto a processi d'idrolisi e gelatinizzazione con perdita importante di interazioni che stabilizzano la struttura fibrillare.
(v) SC166 e Ton Bazilicon: deterioramento avanzato con perdita drammatica della stabilità termica causata dal progresso sinergico dell'idrolisi, dell'ossidazione e della gelatinizzazione, indotte da umidità e calore eccessivi.
I risultati ottenuti potranno essere utilizzati da *end-user* e da conservatori-restauratori per la valutazione dello stato di deterioramento e per la creazione di mappe di rischio dei propri fondi pergamenacei. Il monitoraggio continuo e l'elaborazione di mappe di rischio sono strumenti idonei nella prevenzione dell'avanzamento incontrollato e irreversibile del danno. Consentono inoltre la valutazione dei trattamenti di conservazione e

restauro. Di conseguenza, la comunicazione permanente tra curatori-conservatori e ricercatori può contribuire all'adozione di strategie e management migliori per la preservazione a lungo termine dei oggetti di pergamena.

Tabella 2. Dati descrittivi ottenuti mediante analisi non-invasive e non-distruttive *on-site*

Pergamena	Tipologia	Origine	Data	Analisi visiva	MHT	NMR
					T_s(°C)	T_1(ms)
USH 2	foglio unico	Stirling[a]	1760	Non-trattato, danno leggero; colore giallo chiaro; fibre dense	48.3	35.2
SC 166	foglio	Firenze[b]	-	Trattamento: asciugamento. Danno elevato da acqua e calore; zone trasparenti; deformazioni meccaniche; scolorimenti; fibre sfilacciate, con aspetto fuso	37.1	37.2
Ton Bazilicon	copertina anteriore	Bucarest[c]	1647	Non-trattato; danno elevato da umidità; perdità di materiale, fibre friabili, spezzate, con aspetto fuso	38.6	14.6
Florilegii	copertina anteriore	Galati[d]	1614	Trattamento: spianare Danno medio; colore marrone chiaro, aspetto vetroso, deformazioni meccaniche	51.7	21.7
ASCTo 7-1	copertina risvolto	Torino[e]	1375	Non-trattato, danno leggero, colore avorio chiaro, flessibile	52.5	32.5
ASCTo 7-2	copertina angolo	Torino[e]		Non-trattato, danno medio, colore giallo scuro, rigido	54.7	19.1
ASTO 4-1	rotolo	Torino[f]	1467-	Non-trattato; non danneggiato,	52.2	39.4
ASTO 4-2	rotolo	Torino[e]	1469	colore giallo chiaro; opaco;	53.5	44.6
ASTO 4-3	rotolo	Torino[f]		leggermente rigido	56.4	38.7
Pergamena nuova[f]			2000	Non-danneggiato, colore chiaro, opaco, flessibile	50-60	42.4-48.8

[a] The National Archives of Scotland; [b] Archivio di Stato di Firenze; [c] Muzeul Municipiului Bucuresti; [d] Biblioteca Vasile Urechia din Galati; [e] Archivio Storico della Città di Torino; [f] Archivio di Stato di Torino; [g] Valori medi calcolati per una serie di pergamene nuove di varie origini (vitello, capra, pecora) e fabbricazione (Danimarca, Olanda, Romania).

Tabella 3. Risultati quantitativi e qualitativi delle analisi chimico-fisiche

Pergamena	Mid IR			SEM		DSC in *excess water*			
	A_I/A_{II}	$\Delta\nu$	A_{OH}/A_I	*Network* fibroso	Superfici lisce	T_d(°C)	$\Delta_d H$ (Jg^{-1})	$\Delta T_{1/2}$ (°C)	$(\Delta C_p^{ex})_{max}$ ($JK^{-1}g^{-1}$)
USH2	1.018	105	1.060	fibre visibili, arrotondate	assenti	55.5	48.6	3.2	6.2
SC166	1.050	123	1.240	assente	aspetto granulare e fuso	43.6	18.2	17.5	1.4
Ton Bazilicon	1.070	98	1.248	fibre sfilacciate,	zone gassy-like	51.0	14.1	7.1	1.6
Florilegii	1.030	110	1.072	fibre visibili,	assenti	57.0	34.2	8.9	1.9
ASCTo7-1	1.024	112	1.064	fibre dense, dificile da separare	assenti				
ASCTo7-2	1.041	121	1.040	fibre sfilacciate	zone glassy-like	55.7	40.2	4.8	5.0
						53.2	25.8	6.3	1.9
ASTO4-1	1.044	111	1.049	fibre visibili,	assenti	55.8	22.2	4.3	3.2
ASTO4-2	1.066	111	1.071	network		53.2	21.4	3.5	2.6
ASTO4-3	1.089	110	1.025	coerente		55.6	20.2	3.5	2.5
Pergamena nuova	1.004	101	1.068	network integro	assenti	52.7±0.9	48.2 ± 4.4	4.0 ± 0.6	8.3 ± 1.4

NOTE

[1] I simboli utilizzati per le pergamene nuove, artificialmente invecchiate e antiche sono quelli attribuiti nei progetti IDAP e OPERA.
[2] Le procedure e le istruzioni per effettuare l'analisi visiva semplice ed avanzata sono disponibili sul sito web (www.idap-parchment-dk) per tutii i partner e *end-user* del network europeo IDAP.
[3] E. Badea, lecturer, on-leave dalla Facoltà di Chimica dell'Università di Craiova, Romania.
[4] V.M. Marinescu, ricercatore, on-leave dal National Institute for Research and Development in Electrical Engineering ICPE-CA, Bucarest, Romania

BIBLIOGRAFIA

1. Kennedy C. J., Wess T. J., "*The structure of collagen within parchment: a review*", *Restaurator* 24, 2003, 61-67.
2. Feller R.L., "*Accelerated Aging*", The Getty Conservation Inst., Pasadena, CA,1994.
3. "*Microanalysis of Parchment*", Ed. R. Larsen, Archetype Public. Ltd., London, 2002, *passim*.
4. Della Gatta G., Badea E., Ceccarelli R., Usacheva T., Mašić A., Coluccia S., "*Assessment of damage in old parchments by DSC and SEM*", *J. Therm. Anal. Cal.* 82, 2005, 637-649.
5. Larsen R., Poulsen D.V., Juchauld F., Jerosch H., Odlyha M., De Groot J., Wess T., Hiller J., Kennedy C., Della Gatta G., Badea E., Mašić A., Boghosian S., Fessas D., "*Damage assessment of parchment: complexity and relations at different structural levels*" in "*14th ICOM-CC Preprints*", James& James/Earthscan, London, UK, 2005, ISBN 1-84407-253-3, vol. 1, p. 199-208.
6. Della Gatta G., Badea E., Mašić A., Ceccarelli R., "*Structural and thermals stability of collagen within parchment: a mesoscopic and molecular approach*" in "*Improved Damage Assessment of Parchment (IDAP) Collection and Sharing of Knowledge*", Ed. R. Larsen, Directorate-General for Research, Directorate Environment, European Communities, Brussels, 2007, ISBN 987-92-79-05378-8, p. 51-60.
7. Badea E., Miu L, Budrugeac P., Giurginca M., Mašić A., Marinescu V., Badea N., Della Gatta G., "*Study of deterioration of historical parchments by various thermal analysis techniques, complemented by SEM, FTIR, UV-VIS-NIR and unilateral NMR investigations*", *J. Therm. Anal. Calorim*., Ref. 8513, accepted.
8. Budrugeac P., Miu L., Popescu C., Wortmann F. J.,"*Identification of collagen-based materials that are supports of cultural and historical objects*", *J. Therm, Anal. Cal.* 79, 2004, 975-985.
9. Kennedy C.J., Nielsen K., Ramsay L., Wess T.J., "*Analysis of collagen structure in parchment by small angle X-ray diffraction*", Fibbre Diffraction Review 11, 2003, 117-118.
10. Budrugeac P., Miu L., Souckova M., "*The damage in the patrimonial books from Romanian libraries*", *J. Therm. Anal. Cal.* 88, 2007, 693-698.
11 Cohen N.S., Odlyha M., Foster G.M., "*Measurement of shrinkage behaviour in leather and parchment by dynamic mechanical thermal analysis"*, *Thermochim. Acta* 365, 2000, 111-117.
12. Masic, A. "*Applicazione di tecniche innovative allo studio dei processi di degrado dei manufatti di interesse artistico-culturale". PhD thesis*, Università di Torino, 2005.
13. Odlyha, M.; Cohen, N. S.; Foster, G. M.; Aliev, A.; Verdonck, E.; Grandy, D. "*Dynamic mechanical analysis (DMA), 13C solid state NMR and micro-thermomechanical studies of historical parchment*", *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 71, 2003, 939-959.
14. Aliev, A. E. "*Solid-state NMR studies of collagen-based parchments and gelatin"*, *Biopolymers* 2005, 77, 230-245.
15. Mašić A., Badea E., Ceccarelli R., Della Gatta G., Coluccia S. "*Studio comparativo DSC e SEM/ESEM di pergamene antiche e invecchiate artificialmente*" in "*Lo Stato dell'Arte 2*", Il prato, Padova, 2004, ISBN 88-87243-94-8, p. 52-61.
16. Ceccarelli, R., "*Détérioration des parchemins liée aux facteurs environnementaux. Etude physico-chimique*", PhD Thesis, Paris-Turin, 2005.
17. Kennedy C.J., Hiller J., Lammie D., Drakopolos M., Vest M., Cooper M., Adderley W.P., Wess T.J., "*Microfocus X-ray diffraction of historical parchment reveals variations in structural features through parchment cross sections"*, *Nanoletters* 4/8, 2004, 1373-1380.

RESTAURI QUASI IMPOSSIBILI.
IL RECUPERO FUNZIONALE ED ESTETICO DI QUATTRO ARCHETTI PER VIOLINO.

Giovanni Lucchi[*], Paolo Mariani[**]

[*]Docente, Centro di Formazione Professionale della Provincia di Cremona via Cesari 7 26100 Cremona tel. 0372-403405-411 e-mail coordinamento@cfpcremona.it
[**]Coordinatore-Docente, Centro di Formazione Professionale della Provincia di Cremona via Cesari 7 26100 Cremona tel. 0372-403405-411 e-mail coordinamento@cfpcremona.it

Storia dell'arco

Ai giorni nostri è possibile sapere com'era l'arco antico grazie alle sue raffigurazioni pittoriche. L'interessante visione di scene di musici è particolarmente utile, sia per la conoscenza dello strumento che per il tipo di impugnatura.
La storia cronologica dell'arco vede la sua origine nell' arco di bambù in uso già al tempo dei primitivi, ne segue un arco di legno con crine per lo sfregamento sulle corde.(fig.1) Un'evoluzione tecnica e funzionale si avrà solo alla fine del XVII, quando si eliminarono le imprecise cremagliere per il tiraggio del crine, sostituendole con il raffinato e funzionale sistema della vite a scomparsa, che ancora oggi permette di costruire archi per tutte le esigenze del musicista.(fig.3) Fino dall'epoca barocca l'intensità del suono richiesto agli strumenti era minore rispetto alle nuove evoluzioni compositive e strumentali.
Gli strumenti ad arco barocchi erano dunque costruiti per essere utilizzati con una minor tensione delle corde, che erano generalmente di budello. Gli archi erano più leggeri e la larghezza del mazzetto di crini era minore. La distanza tra crine e bacchetta in prossimità della testa era molto minore che nell'arco moderno. Questa forma si giustifica per l'uso che ne veniva fatto dal musicista. Il crine posto in tensione, aumentava la convessità della bacchetta e di conseguenza la distanza utile tra crine e bacchetta. Con la modernità si evidenzierà la necessità di un'evoluzione della curva della bacchetta.
Di conseguenza la forma della bacchetta degli archi, per gli strumenti della famiglia del violino, passa nel XVIII secolo da una curva convessa, prima ad una retta, ed infine, con l'avvicinarsi del periodo neoclassico, la curva diviene concava.(fig.2). Si determina così una evoluzione morfologica che ha come correlato funzionale una maggior rigidità della bacchetta e un maggiore equilibrio. In questo modo ad un aggiornato effetto estetico si aggiunge un chiaro miglioramento funzionale.
Aumenta la rigidità della bacchetta senza aumentarne il peso. Presso il Museo Stradivariano di Cremona é conservato un arco attribuito ad Antonio Stradivari. Esso presenta una curvatura concava, ma soltanto nella parte centrale della bacchetta. Tra il 1750 e il 1800 si costruiscono archi che si definiscono come archi di transizione dall'arco barocco all'arco moderno. L'uso della vite negli archi è di fatto un passaggio evolutivo fondamentale perché determina la possibilità di regolare finemente la tensione del crine. Ciò rende più facile l'incrinatura dell'arco perché permette una tolleranza, nel determinare la lunghezza del crine da montare. Eventuali allungamenti od accorciamenti del crine dovuti all'umidità ambientale, potranno essere compensati dal musicista agendo sulla vite di regolazione. In quest'ultimo la tensione del crine tira il tappo verso l'esterno. Inizialmente le viti erano realizzate a mano ed erano molto costose: troppo per la produzione di archi. L'iconografia, dedotta dai dipinti, é di scarso aiuto nel determinare il periodo esatto in cui si iniziò ad usare la vite, perché gli archi con nasetto ad incastro spesso sono dotati di bottone decorativo; la presenza di un arco con bottone in un dipinto non garantisce dunque che sia presente anche la vite. A quell'epoca le viti di buona qualità erano riservate all'uso in strumenti scientifici quali i microscopi e negli orologi. Perché le viti divengano più largamente disponibili é necessaria una utilizzazione del tornio meccanizzata. E' utile sapere che la prima dettagliata descrizione di un tornio per metalli é di P.Plumier che pubblica nel 1701 a Lione il libro "L'art de tourner ou de faire en perfection toutes sortes d'ouvrages au tour". Egli racconta di aver cercato artigiani in grado di tornire il ferro e di averne trovati solo due: uno a Roma ed uno a Parigi. Tuttavia é verosimile che per archi di elevato valore, la vite non fosse un elemento di costo eccessivo.Riguardo all'uso della vite, su archi di pregio, abbiamo peraltro una data certa. Presso il Kunsthistorisches Museum di Vienna é conservato un arco da violino in avorio, con nasetto a vite, che fu acquistato per l'imperatrice Maria Teresa d'Austria il 6 marzo 1749.
I legni utilizzati in questo periodo sono prevalentemente il legno serpente ed il legno ferro; in seguito sarà utilizzato anche il legno di pernambuco che mantiene il suo primato ancora oggi. Dalla fine del 1700 l'arco acquisisce definitivamente curva concava, meccanismo a vite, bottone con vite, coulisse, anello, slitta, occhio decorativo del nasetto, ginocchio, fasciatura, placca.



Figura 1. Mostra l'uso dell'arco impugnato da sotto.

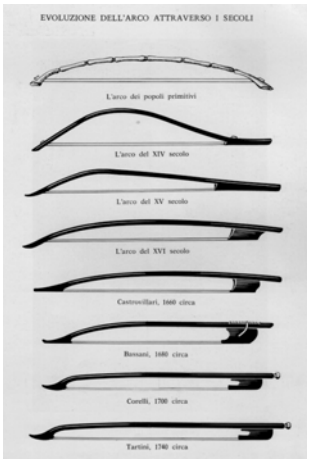


Figura 2. L'evoluzione dell'arco. [1]



Figura 3. L'arco impugnato da sopra con lo strumento a gamba.

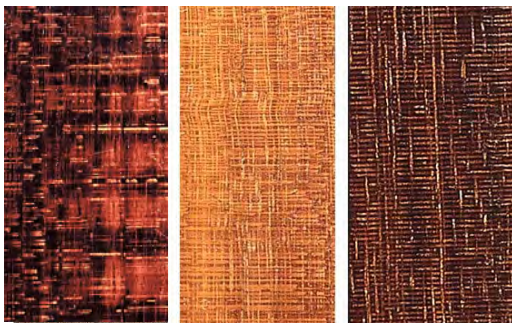
1. I materiali costitutivi.

I materiali utilizzati per la costruzione di un arco sono materiali di pregio e di non facile reperibilità. Essi sono:
Il legno di Permabuco,(fig 5) proveniente dal Brasile che presenta caratteristiche uniche tre le specie legnose. Possiede un'elasticità altissima, un'eccezionale predisposizione alla vibrazione che è di fatto la caratteristica più importante. E' un legno compattissimo il cui peso specifico va da 0,88 a 1,35 Kg/dc. La scelta della bacchetta

deve essere fatta con molta attenzione in quanto la sola valutazione empirica, ad esempio quella della resistenza a flessione, spesse volte porta a scelte infelici.



Figura 4. Prove empiriche sulla bacchetta



Serpente Pernambuco Guaiaco / Ipé

Figura 5. I legni utilizzati per la costruzione degli archi

.

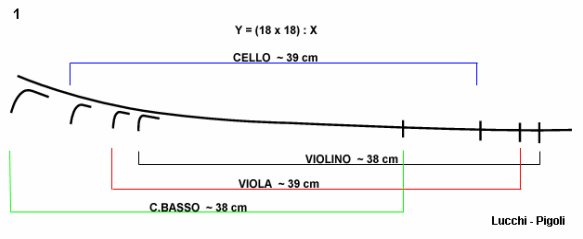


Figura 6. Studio sulle varie curve degli archi

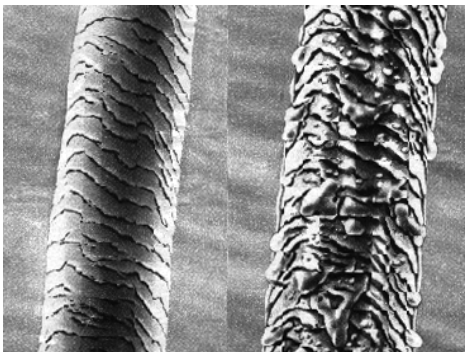
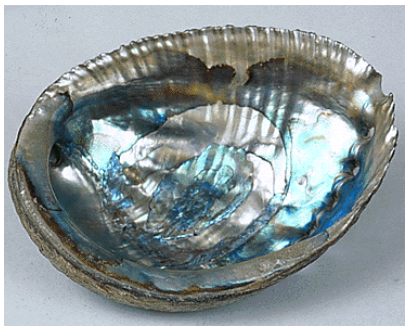


Figura 7. Il crine visto al microscopio, a sx quello naturale non trattato.

.



Madreperla Abalone

Figura 8 Madreperla di buona qualità.



Tartaruga

Figura 7 Uso di tartaruga e madreperla.

L'archettaio esperto se non può utilizzare strumenti scientifici di valutazione quali il misuratore ad ultrasuoni progettato nella città di Cremona ed oggi in uso in tutto il mondo, deve verificare con prove fisico-organolettiche, dove l'esperienza è la principale discriminante, la bontà del legno.
Crine di cavallo, (fig.7) i migliori crini si ricavano dalla coda di cavalli cresciuti allo stato brado, non c'è una specie di cavallo che abbia caratteristiche superiori agli altri, l'importante che siano cavalli maschi e che i crini siano robusti ed elastici alla trazione. Come per il legno anche le caratteristiche del crine possono essere verificate con estensimetri che misurano le specifiche del materiale.
Un sistema empirico ma utile è quello di verificare l'igroscopicità del crine che per essere di buona qualità non deve assorbire quantità sensibili di acqua.

Madreperla (fig.8) questo prezioso materiale serve per impreziosire lo strumento.
Tartaruga (fig.9) questo materiale è utilizzato nella costruzione dei nasetti al posto dell'ebano quando si vogliono costruire archi di particolare pregio estetico.
Argento è utilizzato per le fasciature dove svolge un'efficace azione antisfregamento, viene altresì utilizzato per la realizzazione delle parti metalliche
Avorio questo materiale ormai non più reperibile sul mercato è incollato sulla testina e si differenzia rispetto all'osso oggi in uso per la sua caratteristica di resistenza all'usura.

2. Tecniche costruttive

La costruzione inizia dalla lavorazione della bacchetta a sezione rettangolare.
Partendo dalla bacchetta a sezione quadrata si comincia la lavorazione di sgrossatura; piallando gli angoli e trasformando la sezione quadrata in sezione ottagonale.
Essendo il legno di pernambuco di durezza elevata, molto compatto e a fibra molto riccia, deve essere lavorato inizialmente con pialle tipo Stanley molto adatte per la sgrossatura iniziale, poi quando la fibra comincia a sgranarsi, usiamo pialle a lama diritta e con base in metallo (rasiera guidata) non reperibili in commercio
C'è chi consiglia di tagliare il legno già in curva; per avere una buona resa dell'arco: a nostro avviso tale sistema non solo non migliora la qualità, ma la peggiora in quanto taglia le fibre. Se capita che le fibre siano curve si deve tagliare la tavoletta seguendo le fibre per sfruttarle al massimo: se queste vengono tagliate diminuisce sensibilmente la qualità del legno
L'arco sgrossato sia nella bacchetta sia nella testina è pronto per la piegatura.
L'operazione di piegatura inizia scaldando la bacchetta tramite un diffusore di calore o una fiamma. La temperatura a cui viene sottoposto lo strumento, varia da arco ad arco.
Una volta scaldato, con l'aiuto di una morsa a ganascia curva si imprime la curva alla bacchetta.
Se la curva al fuoco viene fatta con accuratezza non ci saranno problemi per le fibre, perché al calore tutti i materiali, perdendo elasticità, si lasciano piegare facilmente per riprendere poi la loro resistenza con il raffreddamento.
Dopo aver piegato la bacchetta, viene nuovamente lavorata perfezionando la sezione ottagonale in curva, esercitando molta pressione in modo da far aderire la bacchetta al tavolo.
Terminata la pesatura e la sgrossatura si taglia la lunghezza precisa della bacchetta.
Se il nasetto non è in asse rispetto alla testina va corretto: si limano i lati da 0 a 1 decimo, asportando pochissimo legno, facendo compiere al nasetto una rotazione.
In questa operazione si guardano l'anello del nasetto e la punta dall'alto senza muovere la testa, ma soltanto gli occhi; si utilizza ancora la matita finché nasetto e punta saranno sullo stesso asse.
Per avere un punto d'appoggio della vite del bottone dopo la mortasa, si esegue il secondo foro.
Va individuata la giusta altezza della vite di ottone misurandola sull'ottagonale e cercando di centrare il foro, con la vite lunga in ferro, con la massima perfezione possibile
Si inserisce all'interno della mortasa il nasetto compreso di madrevite in ottone e si utilizza la vite stessa come guida per fare il secondo foro di mm 2,2 . Si adopera una punta speciale di 2,4 mm per tutta la sua lunghezza e mm 2,2 nella parte finale, per non distruggere il filetto della madrevite di ottone. Si tratta, in pratica, di una punta di 2,4 mm che in realtà esegue un foro di mm 2,2.
Adoperando questa punta si approfondisce il foro di soli 2 mm. Si continua ad approfondire il foro con una punta di 2,2 mm.
Il secondo foro deve avere la profondità corrispondente alla lunghezza della vite del bottone, in quanto se tale foro risultasse troppo lungo la vite si sfilerebbe dal bottone creando molti problemi.
Terminata questa operazione si montano i crini e si completano le altre lavorazioni di finitura e abbellimento.

3. Cause di degrado funzionale ed estetico

L'arco per violino è soggetto ad un "degrado funzionale" a volte molto significativo. Esso è dovuto, come tutti i beni culturali soggetti all' utilizzo fisico-meccanico, al deterioramento per le sollecitazioni esterne che essi subiscono durante il loro uso. Inoltre a differenza di altri beni che, come le architetture, spesso assolvono, grazie al loro sopradimensionamento, le loro funzioni egregiamente anche quando hanno subito processi di degrado, l'arco deve essere sempre al massimo livello di efficienza. Una trave, un pilastro, un soffitto, una volta, ma anche un ponte possono essere dichiarati "staticamente sicuri" anche se i loro parametri di sforzo sono diminuiti rispetto a quelli primitivi.
Per l'arco questa diminuzione di efficienza non è accettabile in quanto è progettato e costruito come una "Formula Uno", contenendo il peso al minimo indispensabile e di conseguenza se non viene ristabilita la sua integrità fisico-meccanica è destinato ad essere disabilitato all'uso. Ne segue che il restauratore ha il compito-

dovere di ripristinare ciò che l'uso, più che il tempo, ha compromesso. Operazione chiaramente più complicata dal doveroso rispetto dei materiali costitutivi e delle loro fisiologiche modificazioni.

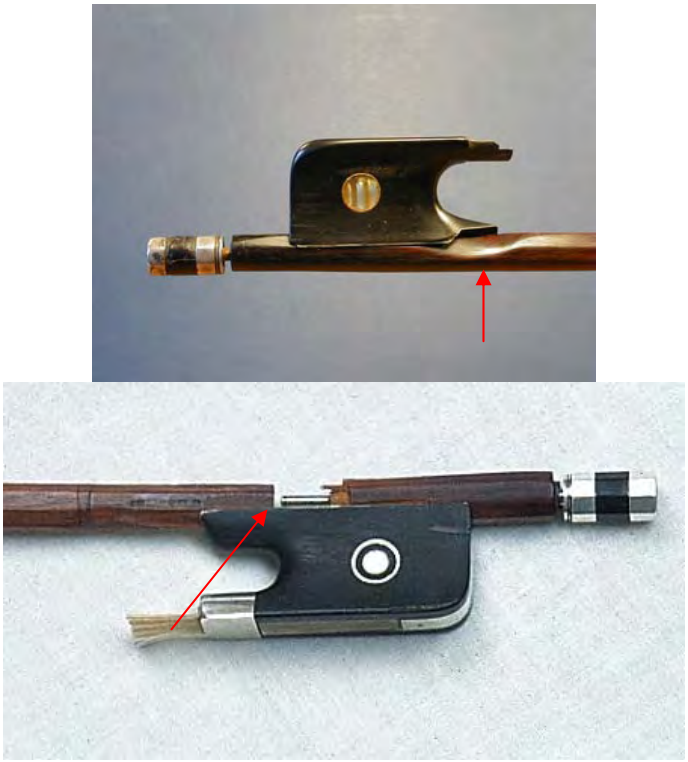


Figure 8 e 9 .Casi di degrado dovuto all'uso.

Le principali cause del degrado dovuto all'uso sono il movimento delle dita e in particolare modo quella del pollice (fig.8) che può provocare in prossimità del nasetto un consumo della bacchetta. La causa principale del degrado è da imputarsi a fattori di ordine accidentale (fig.9) come l'uso improprio, a volte come se fosse una vecchia bacchetta da lavagna, o alle cadute che possono provocare danni anche gravissimi allo strumento. Capita di sentire dire che gli archi si rompono da soli, e non è un caso che siano spesso quelli migliori. Si può infatti paragonare l'arco ad un bicchiere di cristallo, che si rompe con la voce di un soprano nel momento che entra in vibrazione per simpatia. Possiamo certamente dire che un bicchiere di plastica non si rompe nemmeno cadendo.
Il motivo è che il cristallo entra in vibrazione, perchè di ottimo materiale elastico, mentre la plastica è un materiale poco elastico.
Ritornando all'arco, il materiale con grande elasticità, e che quindi risponde alle sollecitazioni del musicista, entra facilmente in vibrazione. In caso di una semplice caduta anche su un tappeto, la vibrazione di un ottimo materiale, amplificata dalla vibrazione del crine, potrebbe portare alla rottura della testina.
Un materiale più scadente, perchè meno elastico, dà meno risultati al musicista, perchè manca di balzato, aggressività sulla corda e produce meno armoniche. Ha quindi molti difetti, però questo tipo di arco ha anche un pregio: vibrando meno, è più difficile che possa rompersi per vibrazione da caduta.
Può anche capitare il caso, che l'arco si trovi in uno stato di cattiva conservazione, non per i casi sopra citati ma perché è stato costruito con tecnica non esemplare o con materiali non ottimali dal punto di vista tecnico-materico.



Figura 10. A sinistra il materiale usato è avorio non soggetto a rotture trasversali a destra osso.

Si dice che:
"Fa più danni un "cattivo" restauratore in 10 minuti che un musicista in 100 anni."
Le situazioni che portano l'arco alle peggiori condizione di inutilizzabilità sono i cattivi restauri, dove il rimedio risulta essere di gran lunga peggiore del male.
In questi casi il restauratore è doppiamente impegnato in un'azione complicata che prima vede l'intervento di "de-restauro" e poi l'operazione di recupero che spesso è complicata dalle lesioni provocate da chi, magari in buona fede, è intervenuto con operazioni improprie e dannose.
Proprio in questi casi l'abilità, le conoscenze e l'esperienza del restauratore è messa a dura prova. Nella nostra attività abbiamo, purtroppo, affrontato molti di questi casi, esponiamo in seguito alcuni tra i più curiosi.



Figura 11. E' evidente il cattivo restauro fatto con un lamierino di ottone.



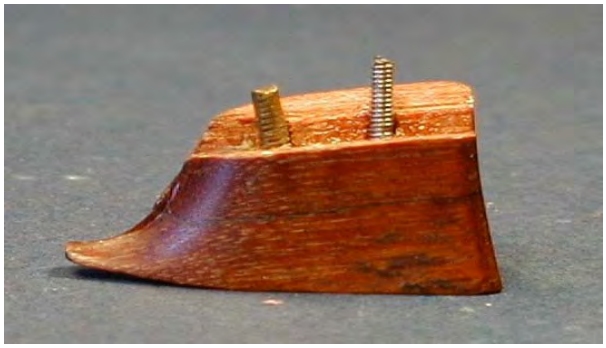
"

Figura 12. Restauro non corretto



Violoncello "Fracassi"

Figura 13. Restauro non corretto eseguito con l'innesto di legno dolce



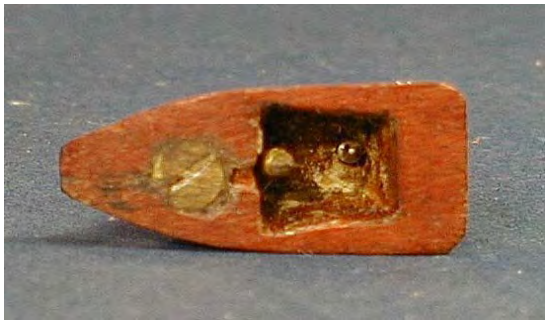


Figure 14 e 15. L'inserimento di due grosse viti nella testina invece che ripararla l'ha danneggiata ulteriormente.



Figura 16. La bacchetta è stata riparata con del piombo.

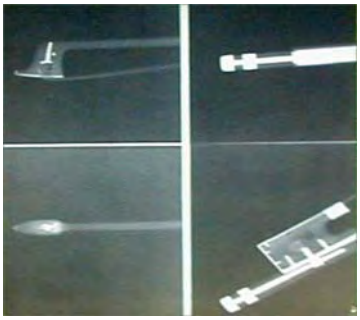


Figura 17. La radiografia con RX mostra lo scorretto uso delle viti

4. Restauri fino ad ora impossibili.

4.1. <u>Restauro con innesto dentato</u>

Questo intervento ha permesso di recuperare un magnifico arco che presentava una piccola lesione molto pericolosa al vertice della bacchetta subito prima della testa. L'unico modo di far vibrare ancora efficacemente questo arco è stato il restauro con innesto dentato. La difficoltà di realizzare questo innesto è data dalle limitatissime dimensioni della bacchetta e dalla necessità di aumentare sensibilmente la superficie di contatto tra le due interfacce per avere maggiore adesione dei rispettivi solchi cuspidati. In commercio non sono reperibili frese per legno di questo tipo e nemmeno pantografi in grado di poter realizzare le rispettive fresature con la precisione che un tale lavoro richiede. D'altro canto non è nemmeno possibile avere a disposizione un unico modello di fresa in quanto, in base al danno, al posizionamento, allo stato di conservazione dell'arco e alle dimensioni del legno di riporto sono necessarie frese con un numero e differente forma. Operativamente il lavoro richiede un pantografo a braccio inclinabile con la possibilità di fare archi di raggio da 10 a 90 centimetri. Come prima operazione si deve ricavare una controdima in legno da fissare all'arco con lo scopo di mantenerlo in posizione perfettamente fissa durante la lavorazione. In seguito si procede alla fresatura seguendo l'arco di cerchio più adatto al caso specifico. La fresatura deve essere fatta in modo identico sul legno di riporto che è stato accuratamente scelto in base alla densità, fibratura e colore. Ultimate le fresature si procede alla prova a secco prima dell'incollaggio che viene fatto con colla epossidica, portata ad una temperatura di circa 35° gradi, coadiuvando l'operazione grazie all'uso di pinze a pressione regolabile. Successivamente si procede come da manuale alla rettifica dell'innesto.



Figura 18. Esempio di innesto prima dell'uso del metodo dentato



Figura 19. Esempio prima del metodo dentato.

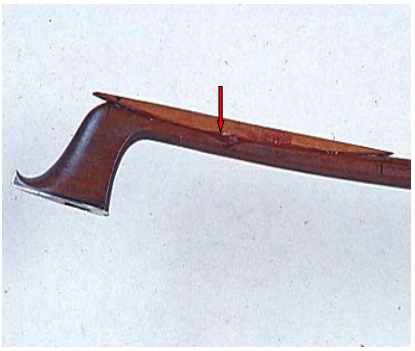


Figura 20. L'innesto dentato ad arco di cerchio.

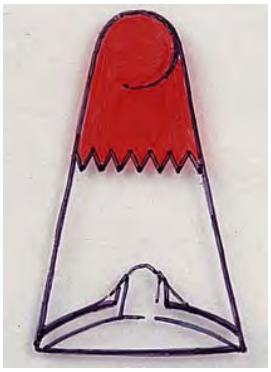


Figura 21. Disegno in sezione della fresata dentata.



Figura 22. Le frese con dentelli di varie dimensioni e forma
Permettono di trovare la migliore soluzione per ogni esigenza.

4.2. Restauro con vite

Il restauro di un bellissimo arco "Lotte" ha comportato un virtuosismo di tecnica micromeccanica nuova nel restauro degli archi. In questo caso (fig.23) purtroppo la testina dell'archetto era irrecuperabile e si è dovuti procedere ad un'attenta e minuziosa ricostruzione. L'utilizzo delle viti nel restauro del legno si è diffusa

specialmente da quando, grazie all'utilizzo dei metalli inossidabili, è possibile evitare le brutte ossidazioni causa di gravi forme di degrado. Nel caso specifico è stata utilizzata una vite in acciaio speciale preferita a qualsiasi altro tipo di perno ligneo o metallico in quanto l'esperienza consolidata dal tempo ha dimostrato che la vite riesce ha svolgere un'azione meccanica sinergica con la colla epossidica, tale da garantire una buona resistenza alle sollecitazioni provocate anche dal virtuoso uso dello strumento.
Dopo l'innesto della nuova testina utilizzando la fresa dentata si procede all'incollaggio come nel caso precedente. In seguito si fora con un trapano a colonna con una punta prima da 1,1 mm e dopo da 1,2. La vite di diametro 1,4 mm viene avvitata-dopo avere messo della colla nel foro- grazie ad un piccolo trapano manuale.

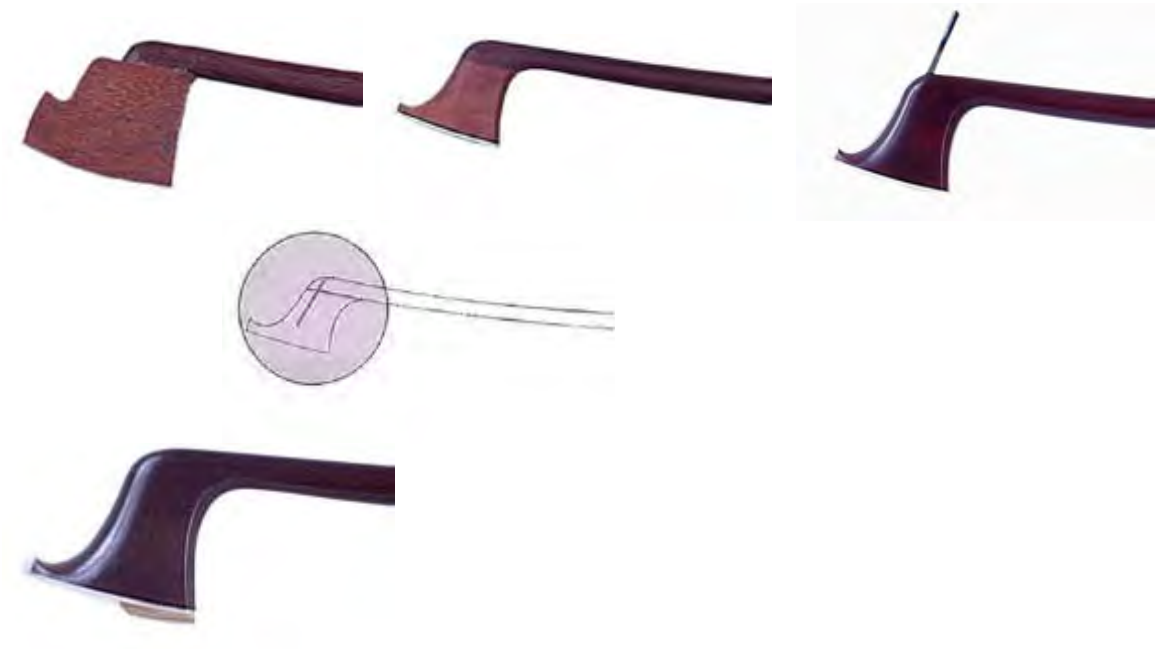


Figura 23. Le immagini mostrano la reintegrazione della testina con l'inserimento di una vite in acciaio di rinforzo.

4.3. Restauro con innesto

Questo tipo di restauro è tecnicamente molto difficile per le dimensioni dell'arco e per la delicatezza delle operazioni. Con le tecniche tradizionali si ottiene un risultato esiziale in quanto le due superfici non riescono ad unirsi in modo da creare una perfetta continuità della bacchetta.



Figura 24. Le immagini mostrano come si procedeva in passato a realizzare l'innesto.

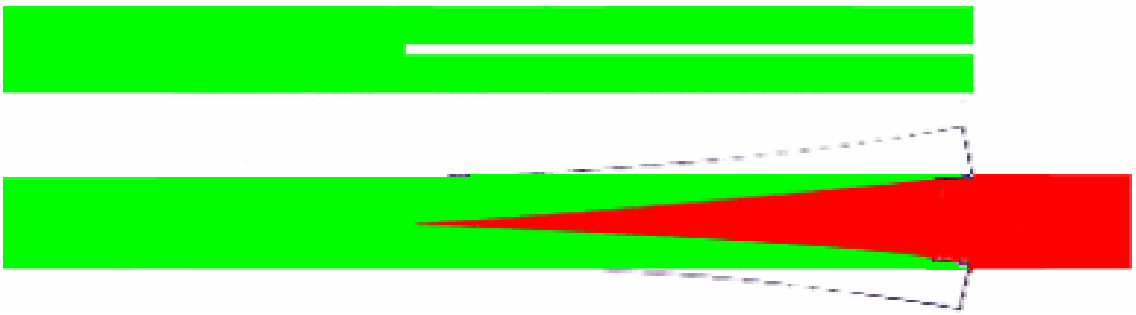


Figura 25. Le immagini mostrano come si procede ancora oggi con buoni risultati con l'innesto a punta di lancia.

Utilizzando un particolare accorgimento tecnico ad innesto, con alesatore piramidale a gradini (fig.26) è possibile ottenere un risultato tecnico-meccanico superiore all'incastro a lancia.
Per eseguire questo incastro si deve mettere l'arco in una morsa e in seguito alla fresatura di testa con la fresa montato su un trapano a colonna di precisione.(fig.27)
L'innesto viene preparato grazie ad un tornio. Prima di procedere all'incollaggio, dopo avere fatto le opportune verifiche, si deve eseguire un foro di sfiato della colla indispensabile perché venga raggiunto il giusto contatto delle due superfici.

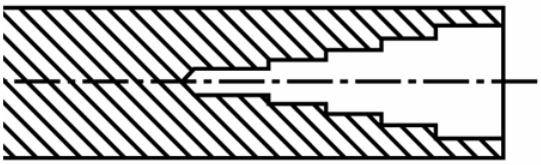


Figura 26. Il disegno mostra come lavora la fresa.



Figura 27. La fresa all'opera



Figura 28. La reintegrazione lignea avviene grazie all'inserimento e incollaggio del legno opportunamente preparato.



Figura 29. Fase finale della reintegrazione.

4.4. Restauro dentato al tallone

In questo caso si presenta un arco che aveva una bruttissima rottura al tallone. Le lesioni di questo tipo in passato venivano risarcite eseguendo un classico innesto della bacchetta dell'arco, che oltre a non dare garanzie di sicurezza e durata, necessitava di asportare molto materiale originale. Con il restauro dentato al tallone, invece, oltre a togliere solo il minimo materiale necessario si riesce a conservare il timbro originale e a realizzare un restauro sicuro e durevole.
Operativamente l'arco viene bloccato con un morsetto e viene fatta la fresatura diritta ma su piani inclinati in modo da togliere il minor quantitativo di legno originale e di avere una superficie e forma di incollaggio tale da garantire un'ottima tenuta dell'innesto. Questo metodo ha permesso di ottenere risultati tecnici di gran lunga superiori a quanto veniva fatto in passato.



Figura 30. Rottura al tallone



Figura 31. Reintegrazione con legno di Pernambuco



Figura 32. Il lavoro con l'innesto ultimato.

5. Aspettative future.

L'evoluzione, anche in questo settore fortemente legato alla storia e alla tradizione, è in continuo fermento. Stiamo mettendo a punto, e speriamo di essere pronti a breve termine, un nuovo metodo operativo che unisce alla tecnologia micro-meccanica la componente elettronica. Questo permetterà di eseguire restauri con una piccolissima fresatrice a controllo numerico che offrirà la possibilità di muovere semplicemente il disegno invece di dovere modificare per tutte le operazioni, l'assetto del pezzo con i sistemi di serraggio tradizionali.

NOTE

[1] Jean-Baptiste Fétis "Antoine Stradivari luthier célèbre" (Paris 1856). L'illustrazione relativa presenta otto tipi di arco a partire da quello portante il nome "Mersenne" con la data 1620

BIBLIOGRAFIA

1. Amichetti Claudio, *Illustrated Yearbook of String,* Cremona 1993.
2. Henderson Frank *V., How to Make a Violin Bow,* Seattle 1977.
3. Lanaro Luigi, *La liuteria classica e il liutaio moderno*, Padova 1974.
4. Lebet Claude, *Dictionaire universelle des Luthiers,* Bruxelles 1985.
5. Munusi Lauro, *L'arco degli strumenti musicali,* Padova 1981.
6. Malesi Lauro, *Il violoncello,* Padova 1973.
7. Regazzi Roberto, *The Complete Luthtir's Library*, Bologna 1990.
8. Retford William *Charles, Bows and Bow Makers,* Londra 1964.
9. Roda Joseph, *Bows for Musical Instruments of the Violin Family*, Cicago 1959.
10. Lucchi Giovanni, *The Bow*, Cremona 1999.

PITTURA AD OLIO DELL’OTTOCENTO. GIACOMO TRÉCOURT: UN INTERVENTO ALTERNATIVO

Antonio Zaccaria

Restauro beni culturali S.a.s. Via Bono 19, 24121, Bergamo, Tel. 035.221458, Cell. 333.4263769, zaccariarestauro@alice.it

L’opera e l’autore

La tela oggetto del recupero è un’opera giovanile di Giacomo Trécourt (Bergamo, 1812 – Pavia, 1882) commissionata dal conte Leonino Secco Suardo. Si tratta della pala d’altare della parrocchiale di Zanica (Bergamo) “San Nicolò di Bari, Vescovo di Mira, nell’atto di liberare tre innocenti condannati a morte”, olio su tela (cm 355 di altezza, cm 278 di larghezza). Nel 1837 viene presentata all’Accademia di Brera. Il cattivo stato di conservazione e l’ubicazione della tela nel catino absidale a circa sette metri da terra hanno contribuito a mantenere per lunghi anni nell’oblio un’opera di alto pregio selezionata per l’esposizione nazionale di Firenze del 1861.
Questo restauro ha dato l’occasione per riprendere in esame la produzione pittorica di Giacomo Trécourt, artista di notevole rilievo nel panorama lombardo dell’Ottocento, in riferimento all’attività dell’Accademia di Belle Arti di Bergamo e Pavia e all’esperienza di altri pittori quali Piccio e Faruffini. Non esiste ancora su Trécourt alcun contributo monografico (ad eccezione della voce nella serie dei “Pittori Bergamaschi” curata da Fernando Mazzocca). D’altra parte, sembra importante cominciare a ricostruire un catalogo che, con dipinti e disegni, possa evidenziarne il ruolo di protagonista nel passaggio dalla cultura figurativa neoclassica a quella romantica.



Figura 1. Generale prima del restauro (cm 355x278 di larghezza)

Il degrado

Il dipinto presentava molti elementi di degrado: due lacerazioni di notevole entità con mancanze di supporto in corrispondenza della zona centrale e dell'angolo inferiore a sinistra, importanti cadute di preparazione e di pellicola pittorica, l'allentamento del supporto sul telaio.

Si trattava di danni causati dalla perdita di adesione localizzata degli strati preparatori e da colpi subiti durante le operazioni di montaggio e smontaggio delle impalcature realizzate ogni anno per allestire l'apparato celebrativo del Triduo. Durante un precedente restauro, il dipinto era stato foderato ed aveva subito stuccature e reintegrazioni pittoriche.

L'opera presentava inoltre vari strati di vernice protettiva alterata che avevano totalmente compromesso la corretta lettura dei toni cromatici utilizzati da Trécourt.



Figura 2. Particolare di degrado (tagli e lacerazioni)



Figura 3. Particolare di degrado (lacerazione stuccata e Integrata nel precedente intervento)

Linee guida per il recupero

Questo lavoro è a tutti gli effetti la naturale evoluzione dell'intervento e presentato durante la sezione orale alla platea del Congresso del 2006 (Pompeo Batoni, "Sacra famiglia", fine Settecento, cm 65x95 di altezza). Allora il nostro studio affrontava la tematica delle tecniche di restauro alternativo applicato a una tela di piccolo formato, quest'anno vogliamo soffermarci sull'efficacia verificata delle stesse nel caso di un dipinto dell'Ottocento e di grandi dimensioni.

Abbiamo dunque perseguito accorgimenti selezionati di volta in volta in relazione al tipo di degrado da affrontare, nell'ambito di una linea di ricerca conservativa e flessibile volta a ridurre al minimo gli interventi invasivi, lo stress da tensionamento o la sovrapposizione di materiali estranei a quelli costitutivi del manufatto.

Constatate le problematiche del dipinto, in accordo con la Soprintendenza di Milano (nelle vesti della dott.ssa Laura Gnaccolini, che ha seguito tutte le fasi del restauro) abbiamo scelto di utilizzare accorgimenti messi a punto in otto anni di studi e applicazioni, sperimentati dapprima su dipinti di piccola dimensione e negli ultimi tre anni su tele di grande formato, tra cui un telero di Francesco Polazzo. L'obiettivo è quello di eliminare alcune operazioni canoniche ma invasive, specialmente su un dipinto dell'Ottocento.

Abbiamo così deciso di evitare non solo la foderatura ma anche la protezione del colore mediante la velinatura, per non sovrapporre sostanze che, penetrando nelle microfessurazioni da invecchiamento, andrebbero ad incidere sull'equilibrio che il dipinto ha raggiunto prima del restauro.

Sul Trécourt, in sostanza, non è stata esercitata alcuna azione meccanica dal davanti, in modo da evitare il più possibile il contatto sul colore se non quello dei tamponcini per la pulitura.

La sfoderatura

Come detto in precedenza, il San Nicolò di Trécourt aveva già subito un intervento di restauro ed era stato foderato. Dopo aver eseguito le opportune analisi preliminari, si è deciso di procedere alla sfoderatura, in quanto la perdita del potere adesivo della colla di pasta aveva causato molti distacchi tra il supporto originale e la tela da rifodero, oltre che il progredire di efflorescenze microbiche.

Procedere alla sfoderatura, significava sì sottoporre l'opera ad un ulteriore stress, ma anche rimettere in luce la prima tela e quella parte di dati fin lì occultati. Il retro di un dipinto infatti è una miniera di informazioni preziose di cui si deve tenere conto nell'ottica di un intervento di recupero meno invasivo e più flessibile, studiato in base alle effettive esigenze di restauro messe in luce da un'approfondita analisi preliminare dello stato dell'opera sia su *recto* che su *verso*.
Ci siamo spesso resi conto che, nell'ambito del restauro dei dipinti su tela, gli operatori e gli storici dell'arte si concentrano sullo studio della tecnica di esecuzione e sull'aspetto pittorico mediante la comparazione stilistica, dimenticando di focalizzare l'attenzione anche sui dati contenuti nel retro del dipinto: la tecnica di esecuzione del telaio, l'essenza lignea di cui è fatto, la fibra che compone trama e ordito del tessuto originale e la tipologia del telaio che è servito a costruire il tessuto. Anni di ricerca ci hanno inoltre portato a comprendere che i dipinti lasciati in prima tela in realtà sono in grado di sopportare molte operazioni che normalmente si pensa di dover effettuare solo dopo aver applicato una tela nuova sul retro, operazione che in sé permetterebbe al restauratore di lavorare con maggiore sicurezza.
Per evitare ulteriori stress e deformazioni causate da un nuovo tensionamento, la sfoderatura è stata realizzata senza staccare il dipinto dal telaio originale. Prima di tutto abbiamo rimosso la fodera precedente ormai infragilita anche nel tessuto in cotone, arrivando ad eliminare la parte sotto il telaio con l'ausilio di tagli mirati mediante il bisturi. La sfoderatura ha messo in luce il buono stato di conservazione del supporto originale (trama e ordito 1:1, tessuto a trama fitta con filato di canapa regolare di medio spessore).
La tela è stata poi consolidata dal *verso* con una blanda soluzione di Plexisol P550 in White Spirit per ridare consistenza alla fibra e contemporaneamente dare adesione agli strati preparatori al colore, togliendo però qualsiasi traccia affiorata sul *recto*.



Figura 4. Il retro prima del restauro



Figura 5. Sfoderatura sul telaio

La pulitura
Dopo un'attenta analisi dello stato di conservazione dell'opera, si è proceduto alla pulitura con alcol isopropilico e metiletilchetone per l'eliminazione del protettivo di alcuni selezionati tasselli: il volto e la mano di San Nicolò, i volti di alcuni astanti, il rudere della colonna sullo sfondo.
La pulitura ha fatto riemergere il perfetto stato di conservazione delle velature originali della superficie pittorica, poiché un precedente intervento sommario aveva mantenuto parzialmente il primo film di vernice, presumibilmente steso a suo tempo da Trécourt. Sono inoltre emersi gli importanti interventi di stuccatura e reintegrazione effettuati su alcune lacerazioni nel precedente restauro.







Figura 6 e 7. Durante la pulitura: eliminazione delle precedenti stuccature in corrispondenza della lacerazione con mancanza di supporto sulla mano di San Nicolò e nell'angolo inferiore sinistro
Figura 8. Tassello di pulitura con eliminazione del protettivo

L'intervento di restauro

In primo luogo abbiamo affrontato il problema delle deformazioni e degli allentamenti della tela. Li abbiamo eliminati mediante l'ammorbidimento localizzato della porzione di superficie da trattare, apportando umidità sul verso con un generatore di vapore e mediante il successivo rilassamento con una leggera azione meccanica, utilizzando il palmo della mano e dei piccoli sacchetti in Melinex contenenti sabbia fine e interponendo un foglio di Melinex. Questa è una soluzione che consente di rielasticizzare il supporto, la preparazione e la pellicola pittorica fino ad arrivare ad appianare ogni deformazione senza mai smontare la tela dal telaio originale. Va sottolineato che il vapore non lascia traccia alla fine dell'operazione.

Non abbiamo fatto ricorso all'ausilio di sottovuoto o tavola calda.

In secondo luogo abbiamo risolto il problema dei tagli sulla tela con le relative deformazioni circostanti e provveduto ad innesti nelle mancanze di tessuto originale senza mai staccare il dipinto dal telaio, per evitare lo stress da tensionamento che è causa di microfessurazioni che arrivano a volte a coinvolgere, oltre che la pellicola pittorica, persino i materiali di preparazione sottostanti in uno spazio fino a 15-20 cm dal bordo verso il centro del dipinto in corrispondenza di ogni singolo chiodo. Nel caso del Trécourt, ad esempio, per effettuare il rimontaggio sarebbero serviti circa 350 chiodi, che avrebbero lasciato altrettante cicatrici.

Abbiamo colmato le lacune innestando parti di tela selezionata tra vecchi tagli di recupero che avessero le stesse caratteristiche di trama a ordito della canapa originale e applicandoli con un processo di saldatura nei punti di giunzione e anche nelle porzioni corrispondenti al telaio, in modo che l'innesto potesse sopportare la tensione che l'espansione che lo stesso esercita e per garantire la planarità della tela nel tempo. L'uso di una dima in cartone correttamente posizionata sulle lacune ha consentito di tagliare gli innesti con precisione e in seguito di avere una controforma di spessore calcolato per compensare, durante il posizionamento e la saldatura, la mancanza degli strati preparatori al colore stesi a suo tempo da Trécourt.

Dopo aver effettuato il riordino del singolo filato nella tessitura originale con uno specillo a uncino, l'intervento di saldatura degli innesti si è concentrato esclusivamente sulla giunzione delle teste del tessuto, senza toppe di rinforzo sul retro, mediante adesivo Mowilith DMC 2 steso con una punta da dentista scaldata elettronicamente e con l'ausilio di una visiera binoculare. E' stata inoltre applicata una leggerissima guarnizione trasparente in velo di Lione, circoscritta alla sola giunzione, per garantire la tenuta durante la messa in tensione della tela, in particolare per l'innesto dell'angolo inferiore sinistro, che è il punto più sollecitato dall'espansione del telaio.

Dopo la stuccatura, è stato effettuata la reintegrazione pittorica iniziando dalle lacune meno ampie e meno importanti della composizione, lasciando per ultime le parti anatomiche. Durante la prima fase è stato steso uno strato di colore di base per preparare le successive pennellate di rifinitura. Le ultime velature di rifinitura sono state applicate utilizzando una minuta grafia identificabile dallo spettatore a una distanza ravvicinata.



Figura 9. Applicazione degli innesti sul *recto*



Figura 10. Applicazione degli innesti sul *verso*



Figura 11. Applicazione degli innesti sul *recto*



Figura 12. Applicazione degli innesti sul *verso*

Le conclusioni

Il risultato di questo restauro è frutto di riflessioni e studi approfonditi sostenuti dalle più recenti esperienze del nostro laboratorio e ci conferma come la scelta mirata di adottare accorgimenti alternativi possa determinare una minore invasività degli interventi.
La positiva applicazione dei procedimenti mini-invasivi su dipinti di piccolo formato molto deformati e riportati all'originale planarità evitando la foderatura e in alcuni casi lo smontaggio dal telaio è stata di incentivo per gli interventi su grande formato, qual è il caso del San Nicolò di Trécourt.
Questo metodo si prefigge di raggiungere il massimo della flessibilità studiando caso per caso. Lo scopo è quello di interferire il meno possibile nella simbiosi che si crea nel tempo tra il telaio e il primordiale montaggio della tela su di esso, sovente eseguita dal pittore stesso. Ciò per non spezzare l'equilibrio tra il telaio, il supporto, la preparazione e il film di policromia e di rispettare quelli che normalmente vengono interpretati come "difetti": l'imprinting del telaio e della traversa visibile sul *recto*, causato in realtà dal semplice allentamento del supporto nel tempo.
Il costante coinvolgimento dei funzionari del Ministero, che hanno seguito e che seguono da vicino gli esiti di questo metodo, ci conforta nel proseguire su questa strada con sempre maggiore convinzione.



Figura 13. **Generale dopo il restauro sul *recto***



Figura 14. Generale dopo il restauro sul *verso*



Figura 15. Angolo inferiore sinistro dopo il restauro

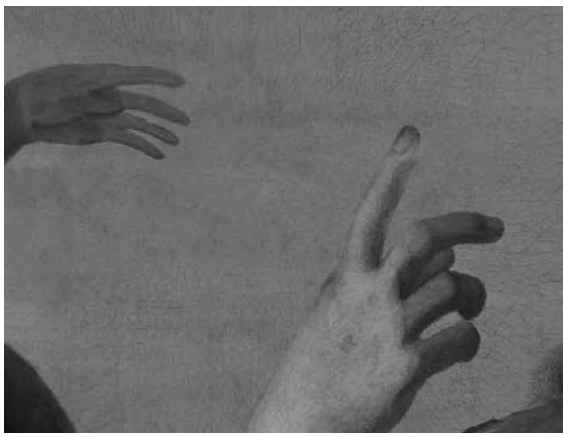


Figura 16. Mano di San Nicolò dopo il restauro



Figura 17. Volto di uno dei condannati dopo il restauro

NOTE
Operatore: Antonio Zaccaria
Collaboratrici: Barbara Vitali, Maria Pia Navire

RINGRAZIAMENTI
Si ringraziano la dott.ssa Laura Gnaccolini per la proficua e preziosa collaborazione e la dott.ssa Emanuela Daffra per il supporto (Soprintendenza per il patrimonio storico artistico ed etnoantropologico, Milano).

Si ringraziano inoltre:
Willi Zavaritt, Presidente del Consiglio di Amministrazione dell'Accademia Carrara, Bergamo
Giovanni Valagussa, Responsabile Accademia Carrara Museo, Bergamo
Parrocchia di San Nicolò, Zanica
Rotary Club Bergamo Nord

BIBLIOGRAFIA
1. F. Mazzocca, *GiacomoTtrécourt*, in AAVV, *I pittori bergamaschi dell'Ottocento*, raccolta di studi a cura della Banca popolare di Bergamo-Credito Varesino, Edizioni Bolis, Bergamo, 1992.
2. AAVV, *La Pittura in Italia, L'Ottocento*, Electa, Milano, 1991.
3. W. Heiber, *Riparazione di strappi e deformazioni dei supporti tessili nei dipinti*, in II Congresso Internazionale "Colore e Conservazione", Cesmar7, Thiene, 2004.
4. S. Volpin, L. Appolonia, *Le analisi di laboratorio applicate ai beni artistici policromi*, Collana i Talenti, Il prato, Padova, 2002.
5. A. Aldrovandi, M. Picollo, *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*, Collana i Talenti, Il prato, Padova, 2003.
6. R. Wolbers, *La pulitura di superfici dipinte. Metodi acquosi*, Collana i Maestri del restauro, Il prato, Padova, 2000.
7. V. R. Mehra, *Foderatura a freddo*, Nardini Editore, Firenze, 1995.
8. AAVV, *Dipinti su tela. Metodologie d'indagine per supporti cellulosici*, Nardini editore, Firenze, 1993.
9. G. C. Scicolone, *Il restauro dei dipinti contemporanei*, Nardini editore, Firenze, 2002.
10. M. Verdelli, N. Presenti, M. Goretti, *Tecniche avanzate di sottovuoto nel restauro dei dipinti*, Edifir, Firenze, 2000.
11. AAVV, *Innovazione & formazione. Master in Sistemi di diagnostica dei beni culturali*, Palermo, 2004.
12. D. Camuffo, A. Bernardi, *Fattori microclimatici e conservazione dei beni artistici*, Edizioni del Laboratorio, Brescia, 1985.
13. C. Sorlini, *L'azione degli agenti microbiologici sulle opere d'arte*, Edizioni del Laboratorio, Brescia, 1984.
14. G. Berger, W. H. Russel, *Conservation of paintings research and innovation*, London, 2000.
15. AAVV, *Brera dispersa*, Cassa di Risparmio delle Province Lombarde, Milano, 1984.

INTERVENTO SPERIMENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DI TECNICHE DI PULITURA DELLE SUPERFICI LAPIDEE

L. Bassotto[*], I. Cavaggioni[*], A. Lionello[*], C. Menichelli[*], G. Driussi[**], P. Scanferla[***], M. Scattolin[****], L. Zeno[*****]

[*]Soprintendenza BAPPSAE di Venezia e Laguna
[**]Arcadia Ricerche,
[***]Consorzio Venezia Ricerche
[****] Comune di Venezia - Assessorato Ecologia
[*****] Edilvenezia Spa

Premessa

Le concentrazioni massime ammissibili delle sostanze inquinanti immesse con gli scarichi, nella Laguna di Venezia debbono seguire i dettami della legislazione vigente che impone limiti specifici molto severi e restrittivi per una ampia serie di sostanze sia di natura organica che inorganica. Ciò vale ovviamente per tutte le attività antropiche, comprendendo in queste anche gli interventi di restauro ed in particolare i reflui e scarti di lavorazione derivanti da queste operazioni. Sotto il profilo del rispetto ambientale, le fasi più "delicate" sono sicuramente la pulitura, con particolare riferimento ai metodi ad umido, ed in subordine il consolidamento e la protezione, per i quali vi è il ricorso a prodotti di natura polimerica in sovente o in dispersioni acquose.

E' opportuno sottolineare come per quanto nella maggior parte dei casi i depositi superficiali "croste nere" siano per lo più costituite da gesso che ingloba particellato atmosferico, il substrato che viene così a formarsi, viste le sue caratteristiche chimico-fisiche e micromorfologiche, rappresenta un sito particolarmente attivo per l'adsorbimento di sostanze micro-inquinanti in concentrazioni diverse a seconda di numerose variabili quali: il microclima, il grado di inquinamento dell'atmosfera, le caratteristiche meteorologiche della zona.

Da ciò discende la considerazione che nell'esecuzione della fase di pulitura delle superfici trattate, soprattutto nel caso di ricorso a metodi ad umido, le acque di lavaggio potrebbero, nella maggior parte dei casi, trasferire dalle superfici dei monumenti al corpo recettore (in questo caso la Laguna di Venezia) un'ampia tipologia di sostanze inquinanti propri dell'ambiente, ai quali si vanno a sommare tutti gli altri agenti (impacchi debolmente basici, complessati, tensioattivi, ecc) eventualmente utilizzati nei vari metodi di pulitura.

In particolare il *Decreto del Ministero dell'Ambiente del 23 aprile 1998 Requisiti di qualità delle acque e caratteristiche degli impianti di depurazione per la tutela della laguna di Venezia*, meglio conosciuto come Decreto Ronchi-Costa e le successive integrazioni prevedono il divieto di scarico in laguna di alcune sostanze quali: pesticidi organoclorurati, policlorobifenili e tributilstagno, e il rispetto di restrittivi limiti allo scarico per numerose sostanze. Una serie di determinazioni (eseguite a titolo esemplificativo) su acque di primo risciacquo al termine di una fase di pulitura realizzata mediante impacchi a base di carbonato di ammonio e sepiolite su un cantiere reale in centro storico ha fornito i risultati riportati in tabella1 .

PARAMETRO	RISULTATI	UNITA' DI MISURA	LIMITI DI LEGGE D.M. 30/7/99
Materiali sedimentabili 2h	40	mg/l	0.5-1.0 (D.P.R. 962/73)
Materiali in sospensione	11.140	mg/l	35
COD	2.330	mg/l	120
Azoto ammoniacale	244	mg/l	2
Piombo	11	mg/l	0.01
Rame	22	mg/l	0.05
Zinco	44	mg/l	0.25
Ferro	220	mg/l	0.5
Diossine (TEQ*)	284	pg/l	0.5

*Equivalente di tossicità rapportato alla 2,3,7,8 TCCD.

Tabella 1: risultati di uno studio preliminare sulle acque di scarto in ambito di pulitura di manufatti lapidei.

Come si può rilevare tutti i parametri presenti in tabella risultano oltre i limiti di legge consentiti per gli scarichi

industriali e civili in Laguna di Venezia.

Sulla base dell'analisi di questi dati preliminari l'Assessorato all'Ecologia del Comune di Venezia e la competente Soprintendenza per i Beni Architettonici, per il Paesaggio e per il Patrimonio Storico Artistico ed Etnoantropologico di Venezia hanno attivato uno studio sperimentale finalizzato da un lato alla valutazione dell'impatto ambientale delle tecniche di pulitura ad umido e, dall'altro, alla verifica della possibilità di attivare tecniche di recupero e di trattamento dei sottoprodotti di pulitura, come le acque di scarto della lavorazione, nell'ambito di una corretta gestione e prevenzione del rischio ambientale.
Vista la peculiarità del progetto e soprattutto la necessità di mettere assieme diverse competenze si è costituito un gruppo di lavoro multidisciplinare formato da: Comune di Venezia - Servizio Ambiente, Soprintendenza BAPPSAE di Venezia e Laguna, Edilvenezia SpA ed il Consorzio Venezia Ricerche (che ha operato anche mediante alcuni suoi consorziati Arcadia Ricerche srl; In.T.Ec. srl; AEDILIS srl)

Il progetto dello studio è stato articolato in una serie di attività sequenziali che schematicamente possono essere descritte come segue
- individuazione sito;
- caratterizzazioni iniziali;
- prove preliminari;
- caratterizzazioni di riscontro,
- cantiere pilota

Per l'esecuzione dello studio ed in particolare per la realizzazione del cantiere pilota, è stata individuata una porzione dell'area denominata Ala Napoleonica nel Palazzo delle Procuratie Nuove presso Piazza S. Marco, precisamente le ultime due campate sede del museo civico Correr.
L'Ala Napoloenica progettata da Giuseppe Soli e Lorenzo Santi è stata edificata nel primo decennio dell'Ottocento a seguito della volontà francese nell'ampliare l'insediamento della corte francese nelle procuratie nuove che mancavano di un salone per le udienze e per le feste, nonché di un accesso monumentale per magnificare il nuovo ordine politico di Venezia. L'edificio è un compromesso tra le Procuratie Nuove di cui sé stato conservato lo stile del primo piano con la riproposizione dei fregi e delle metope con il Leone di S.Marco ed uno stile neoclassico dell'attico edificato per allineare l'altezza dell'edificio con quello delle Procuratie Vecchie



Viste le finalità dello studio la fase di caratterizzazione iniziale ha riguardato soprattutto la valutazione dello stato di conservazione con particolare riguardo ai depositi superficiali sia per definire le metodologie di pulitura più adeguate-, sia per rilevare l'eventuale presenza di sostanze che rrichiedessero particolari attenzioni per il loro smaltimento.
In termini del tutto generali le forme di alterazione più frequenti sono principalmente connesse alla presenza di patine di alterazione di vecchi trattamenti protettivi/consolidanti ed alla formazioni di croste nere e depositi più o meno consistenti. In relazione alla logica della sperimentazione i depositi ed annerimenti sono stati differenziati in 4 livelli: basso, medio, elevato coerente, elevato incoerente.

Per valutare la possibile contaminazione delle acque reflue prodotte con la pulitura della superficie, si è provveduto all'analisi chimica delle croste nere, che rappresentano proprio l'oggetto primario della pulitura.
Le analisi chimiche quantitative (cfr tabella 2) confermano che la matrice è costituita da gesso ma mettono anche in evidenza le elevate concentrazioni dei metalli pesanti presenti nei diversi tipi di deposito.

E' importante notare che le concentrazioni presenti in una crosta appartenente ad un livello elevato di deposito non necessariamente risultano maggiori di quelle presenti in croste appartenenti a livelli di deposito medi o addirittura definiti bassi. L'arsenico, il cromo, il rame, il manganese, il cadmio, il vanadio risultano perfino avere concentrazioni maggiori nella crosta appartenente al deposito lieve.

.

LIVELLO INQUINANTE:		Elevato	Medio	Lieve
PARAMETRO	**UNITÀ DI MISURA**	**VALORE**	**VALORE**	**VALORE**
Alluminio	µg/Kg	788.000	2.426.000	2.847.000
Berilio	µg/Kg	61	1.060	<0.17
Cromo totale	µg/Kg	3.398	9.780	12.550
Ferro	µg/Kg	1.404.630	3.830	6.130.000
Manganese	µg/Kg	10.978	20.200	111.500
Nichel	µg/Kg	7.960	5.100	11.080
Antimonio	µg/Kg	500	7.000	<30
Arsenico	µg/Kg	58.200	59.100	170.000
Cadmio	µg/Kg	83	< 3	635
Piombo	µg/Kg	59.920	143.000	5.000
Rame	µg/Kg	14.750	20.650	21.450
Selenio	µg/Kg	<100	< 14	<14
Boro	µg/Kg	<25		
Stagno	µg/Kg	6.956		
Vanadio	µg/Kg	6.370	18.700	38.550
Zinco	µg/Kg	28.660	89.750	70.960
Cobalto	µg/Kg	2.095	744	1.350
Mercurio	µg/Kg	70		
Magnesio	µg/Kg	1.542.000		
Solfati	%	54,7		
Calcio	%	24,1		

Tabella 2: Analisi quantitativa depositi di diverso livello

Si è passati quindi alla esecuzione, su aree di estensione limitata, di una serie di prove preliminari di pulitura con differenti metodologie, allo scopo di individuare le tipologie di intervento più idonee per l'ottenimento di un buon grado di pulitura e che assicurassero, al tempo stesso, la compatibilità con il supporto lapideo ed il minor quantitativo di scarti ritenuti –in base alle normative vigenti- pericolosi per l'ambiente. Allo scopo sono state adottate (cfr. tabella 3) tecniche di largo uso nel settore, affiancandole a metodi più innovativi (vapore) ed altri poco impiegati (impacco biologico)
Nello specifico, sono state selezionate 23 aree, ciascuna delle quali è stata sottoposte ad un ciclo di pulitura con il metodo prescelto ed alla successiva valutazione del risultati ottenuti).
Per la verifica dell'efficacia dei sistemi di pulitura impiegati sulle diverse aree sperimentali, si è fatto ricorso ad osservazioni micromorfologiche delle superficie mediante videomicroscopia a fibre ottiche abbinate ad analisi spettrofotometriche all'infrarosso per valutare la presenza, o meno, di residui di deposito o di altri composti, eventualmente apportati dal sistema di pulitura impiegato.
Durante le prove preliminari si è provveduto inoltre alla raccolta di campioni di acque reflue e campioni di rifiuti solidi prodotti; campioni inviati ad analisi quantitativa

Inoltre, sono stati nell'ambito di ogni prova, raccolti dati in merito a:

•superficie trattata;

•volumi di acque reflue prodotta in totale.

Tali dati sono stati utilizzati per ottenere una valutazione preliminare dei volumi attesi di acque reflue per m2 di superficie trattata a seconda della tecnica.

AREE E PROVE PRELIMINARI DI PULITURA	
AREA	**METODO DI PULITURA**
1, 4, 9, 17	Trattamento con vapor d'acqua associato a spazzolatura e successivo risciacquo con acqua
2, 5, 12	Impacco con bicarbonato di ammonio al 5% supportato su sepiolite e arbocell 250. Risciacquo abbinato a spazzolatura
3, 6, 13	Applicazione di soluzione di carbonato di ammonio al 5% mediante velinatura e/o su supporto di sepiolite. Risciacquo associato ad azione meccanica
7	Impacco con trietanolammina all'1% supportata su sepiolite, seguito da trattamento con vapor acqueo associato ad azione meccanica lieve. Risciacquo con acqua. Ripetizione del trattamento, sulle aree con deposito più tenace, con l'aggiunta di EDTA sodico al 5% all'impacco
8, 14	Impacco con trietanolammina all'1% ed EDTA sodico al 5% supportati su sepiolite. Risciacquo con acqua associato ad azione meccanica
10	Pretrattamento della superficie con vapor acqueo, seguito da applicazione di resina a scambio ionico (cationico) in acqua distillata. Risciacquo e spazzolatura
11	Pretrattamento della superficie con vapor acqueo, seguito da applicazione di resina a scambio ionico (anionico) in acqua distillata. Risciacquo abbinato a spazzolatura
15	Nebulizzazione d'acqua seguito da spazzolatura meccanica
16, 18, 19, 20	Impacco biologico con miscela glicerina/urea (1:2) supportata su sepiolite. Risciacquo con azione meccanica diversificata in base alla tenacità del residuo.
21, 22	Impacco biologico con miscela glicerina/urea (1:2) e aggiunta di melassa su supporto di sepiolite. Risciacquo con azione meccanica
27	Impacco di acqua deionizzata su sepiolite. Risciacquo con acqua e spazzolatura

Tabella 3: tecniche di pulitura adottate

L'applicazione della stessa tecnica è avvenuta sulle 3 diverse tipologie di livello di deposito, questo ha permesso di valutare non solo l'efficacia della pulitura in relazione al livello di deposito ma anche di determinare se ci fossero sostanziali differenze di concentrazione di inquinanti utilizzando la stessa tecnica su differenti livelli di deposito. In tabella 4 sono riportate le concentrazioni dei metalli pesanti ed altri contaminanti di ogni prova di trattamento in relazione alla tipologia di superficie trattata ed al livello di deposito presente. Le concentrazioni sono state poi confrontate con i limiti imposti dal D.M. 30/7/99. La prima indicazione che emerge è la **presenza di una elevata contaminazione di tutte le tipologie di acqua reflua**. I reflui presentano concentrazioni sempre superiori ai limiti consentiti allo scarico in laguna per: solidi sospesi totali, COD, alluminio (sia in presenza di impacco che non), ferro, arsenico, zinco. Ma anche gli altri metalli pesanti risultano essere presenti in molti campioni in concentrazioni al di sopra dei limiti. Tra tutti, gli inquinanti con concentrazioni particolarmente elevate ritroviamo **l'arsenico** che presenta concentrazioni superiori a 100 volte il limite in 9 casi su 16 con una punta massima di 803 μg/l pari a 800 volte il limite ed il caso del piombo che presenta concentrazioni superiori di 100 volte il limite in 3 casi su 16 con tre livelli di concentrazione superiori rispettivamente di 13´047, 31640 e 32000 volte il limite. Molte risultano essere le sostanze che superano almeno di 10 volte il limite di legge.
Dei sedici campioni analizzati il campione con concentrazioni inferiori (prova 15, acqua nebulizzata su deposito medio), risulta comunque avere 10 parametri al di sopra dei limiti consentiti sui 24 analizzati a cui è associato un limite normativo. Nonostante l'utilizzo di notevoli quantitativi di acqua che portano a diluire le concentrazioni in un notevole volume, queste risultano ugualmente non scaricabili direttamente in laguna. Il più inquinato risulta invece essere il refluo della prova 2 (bicarbonato d'ammonio su deposito lieve), con 18 parametri sopra il limite di cui ben 5 con concentrazioni superiori a 100 volte il limite. Emerge inoltre che, come si è riscontrato anche dalle analisi delle croste, il refluo prodotto da un deposito definito elevato non risulta necessariamente avere concentrazioni superiori a quelle riscontrate in un refluo originate dalla pulitura di un deposito lieve. Anzi analogamente ai risultati delle croste nere il deposito lieve sembra rilasciare più inquinanti. Nonostante ci siano differenze nei livelli di concentrazione nelle acque di scarto delle diverse tecniche di pulitura, dal punto di vista dello **smaltimento** (qualora si optasse per tale scelta gestionale) risultano essere reflui che devono essere smaltiti con codice CER 16010 (soluzioni acquose di scarto destinata ad essere trattate fuori sito non pericolose) con costi di trattamento uguali. Tale dato è importante nella valutazione economica degli interventi, per cui risulteranno vantaggiose le tecniche che a parità di costo e di risultato in termini di pulitura avranno la minor produzione di refluo.
Per quanto riguarda invece i risultati dei rifiuti solidi prodotti, quali gli impacchi esausti, si riscontra una sostanziale correlazione con le analisi delle materie prime utilizzate. Gli impacchi risultano essere, come nel caso della materia prima che li compone (sepiolite) ricchi in: alluminio, ferro e manganese. Tali elementi risultano per cui in concentrazione alquanto inferiore nelle veline. Per quanto riguarda gli altri inquinanti, in prima istanza si conferma l'adsorbimento degli inquinanti nei supporti inerti analizzati (sia veline che impacchi). Generalmente

le veline presentano valori in concentrazioni dello stesso ordine di grandezza o più elevati in quanto le sostanze che vengono da queste assorbite sono concentrate in un peso inferiore rispetto a quello dell'impacco. Tutti i materiali solidi analizzati se smaltiti risultano essere rifiuti speciali non pericolosi (discarica 2B), anche in questo caso, dal punto di vista economico, risulterebbero vantaggiose tecniche con la minor produzione di rifiuti solidi.

Prove di trattamento delle acque reflue

Una volta ottenuti i campioni di refluo, si è provveduto alla sperimentazione di possibili tecnologie di trattamento valutando le loro efficienze.

Preliminarmente si è optato per la valutazione di prove di trattamento ricorrendo ad un sistema di tipo **chimico fisico;** i risultati riportati in tabella 4, sono le concentrazioni rilevate nel refluo prima e dopo il suo tratta.

mento chimico fisico.

L'applicazione di un trattamento di tipo chimico-fisico risulta avere delle efficienze adeguate per quanto riguarda tutti i parametri considerati tranne che per l'arsenico (il cui limite è molto difficile da raggiungere con le normali tecnologie di trattamento), il piombo ed in alcuni casi per: l'azoto ammoniacale (impacco con bicarbonato d'ammonio), il COD e lo zinco.

DATA PRELIEVO:			21/07/2004	21/07/2004	23/07/2004	23/07/2004	26/08/2004	26/08/2004
LIVELLO INQUINANTE:			Lieve	Lieve	Medio	Medio	Elevato (colonnina)	Elevato (colonnina)
SUPERFICIE TRATTATA:			(0,30 m X 0,21 m) = 0.063 m^2		(0,22 m X 0,30 m) = 0.066 m^2		0.6 m2	
VOLUME REFLUI PRODOTTI:			0,85 Litri		1,5 Litri			
DENOMINAZIONE CAMPIONE:			vapore	Chiarificato dopo trattamento con 0,5 L/mc di cloruro ferrico al 42 %, 0,5 L/mc di idrossido di sodio al 30 % fino a pH 7,5, 2 g/mc di polielettrolita anionico.	bicarbonato di ammonio	Chiarificato dopo trattamento con 0,5 L/mc di cloruro ferrico al 42 %, 0,5 L/mc di idrossido di sodio al 30 % fino a pH 7,5, 2 g/mc di polielettrolita anionico.	impacco biologico	Chiarificato dopo trattamento con 0,5 L/mc di cloruro ferrico al 42 %, 0,5 L/mc di idrossido di sodio al 30 % fino a pH 7,5, 2 g/mc di polielettrolita anionico.
PRODUZIONE DI FANGO UMIDO				2%		12%		5%
PARAMETRO	Unità di misura	Limite D.M. 30/07/99 sez.1-2-4 Scarico in laguna	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE
pH		6,0-9,0	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Solidi sospesi Totali	mg/L	35	600	20	2.100	25	960	30
Sedimentabili	ml/L		1,4		47		30	
Conducibilità elettrica	µS/cm		984	1.200	423	630	810	503
COD	mg/L O_2	120	174	55	956	362	150	48
Azoto ammoniacale	mg/L N	2	0,8	0,8	8	7,9	53	52
Azoto nitroso	mg/L N	0,3	1,6	1,5	0,2	0,2	0,015	<0,1
Azoto nitrico	mg/L N		4,7	4,5	1,6	1,5	0,22	0,2
Fosforo totale	mg/L	1	2,3	0,2	5,4	0,2	1,2	0,3
Alluminio	µg/L	500	2.160,00	<0,5	21.000,00	88	7.100	42
Berilio	µg/L	5	5,3	0,7	8,1	<0,1	<1,5	<1,5
Cromo totale	µg/L	100	29,2	0,5	90,9	4,2	22	0,9
Ferro	µg/L	500	4.860,00	2,5	25.000,00	300	8.490	746
Manganese	µg/L	500	80,3	0,2	1.195,00	480	178	150
Nichel	µg/L	100	39,8	1,1	129,1	54	32	15
Antimonio	µg/L	50	4,2	<5	1.0	<5	< 5	17
Arsenico	µg/L	1	215	2	280	2,5	59,8	5
Cadmio	µg/L	1	20,3	<0,2	11,3	1,6	2	<0,2
Piombo	µg/L	10	31.640,00	3,2	7.000,00	5.400	509	31
Rame	µg/L	50	108,3	<2.5	534	33	328	6,1
Selenio	µg/L	10	<5,0	<5	<5,0	<5	<5	<2.8
Stagno	µg/L		796	<7	510	2.1	53	<10
Vanadio	µg/L	50	120,7	2	180,4	1.12	32	1
Zinco	µg/L	250	2.400,00	1	3.008,00	1.200	521	60
Cobalto	µg/L	30	<0,3	<0,3	14,1	3.01	4.03	1,2
Mercurio	µg/L	0,5	1,1	<0,5	<0.5	<0.5	<0,5	<0,5
Boro	mg/L	2	1,08	<0,1	1,8	0,1	0,4	0,1
Fluoruri	mg/L	6	0.11	0,1	4.09	4,5	0,1	0,05
Calcio	mg/L		93	58	384,3	348	520	82
Magnesio	mg/L		27,8	27	398,3	150	172	33
Solfati	mg/L		317	315	731	680	50	400
Cloruri	mg/L		25	225	125	325	25	225

Tali risultati indicano che il solo trattamento chimico fisico non risulta rappresentare una soluzione in grado di risolvere il problema se applicato da solo per reflui ottenuti con tecniche il cui refluo ha elevate concentrazioni. Nel capitolo successivo relativo agli approfondimenti realizzati dopo tali prove preliminari sono riportati i risultati dell'applicazione di un trattamento di tipo chimico fisico per un refluo prodotto dalla tecnica con acqua nebulizzata. In tal caso i limiti di legge vengono raggiunti.
Il refluo trattato comunque, anche se non scaricabile in laguna potrebbe essere riutilizzato in ambito di cantiere.
Una tecnologia che potrebbe invece garantire un refluo con assenza di contaminanti indipendentemente dalle concentrazioni iniziali degli inquinanti **è l'osmosi inversa.**
Tale sezione finale dell'impianto permetterebbe, occupando spazi contenuti e con l'ausilio di una tecnologia semplice nell'utilizzo, l'ottenimento di acqua osmotizzata/demineralizzata riutilizzabile nell'ambito del cantiere e scaricabile in laguna.

Al fine di verificare la possibilità reale di ottenere positivi risultati con questo metodo, il successivo step dello studio è stato il passaggio su grande scala

La scelta del tipo di pulitura, da testare nuovamente su più ampia scala, ha avuto come criterio principale la salvaguardia della superficie lapidea, per questo non sono stati presi in considerazione i metodi che nella prima fase hanno mostrato eccessiva aggressività, ed in particolare si è optato per il ricorso a:

- l'utilizzo del **vapore,** tecnica che è emersa avere notevoli vantaggi sia in termini di efficacia di pulitura sia in termini di impatti e costi ambientali (prodotti di scarto notevolmente contenuti);
- l'utilizzo **dell'acqua nebulizzata** anche con lo scopo di testare il sistema di raccolta delle acque reflue su scala reale;
- **l'impacco con acqua demineralizzata**, tecnica testata per la prima volta nell'ambito del presente progetto e che è risultata dare risultati interessanti su piccola scala. Inoltre tale tecnica ha permesso di stimare con maggiore precisione i volumi di impacco utilizzati per metro quadro di superficie trattata
- Altri approfondimenti hanno riguardato anche **l'impacco biologico**

I risultati di queste prove sono stati analizzati inizialmente sotto il profilo proprio dell'intervento di restauro (con valutazioni sia visive che supportate da indagini) e di seguito vengono riportate alcune immagini esemplificative.



Figura 1. particolare della area sottoposta a pulitura mediante vapore a bassa pressione



Figura 2. figura maschile presente durante (a sx) e dopo (a dx) il trattamento di nebulizzazione d'acqua.



Figura 3. Particolare della balaustra del prospetto B prima (a sx) e dopo (a dx) trattamento con impacco biologico

CARATTERIZZAZIONE E PROVE DI TRATTAMENTO DEI REFLUI

Contestualmente alle prove di pulitura su larga scala sono stati raccolti campioni di reflui per la loro ulteriore caratterizzazione, inoltre si sono raccolte le acqua ed i tempi di erogazione di questa per la valutazione precisa dei volumi dei reflui che tale metodo più produrre in relazione al tempo ed alla superficie trattata.
I reflui ottenuti sono stati infine trattati con un impianto pilota di osmosi inversa realizzato in cantiere.

Parametri	**Unità di misura**	**Ingresso osmosi**	**Permeato uscita osmosi**	Limiti Tab A DM 30/7/99 Per laguna
pH	Unità di pH	8,3	7,8	6.0-9.0
Conducibilità	μS/cm	2.920	37	-
Azoto ammoniacale	mg/L N	10	0,8	2
Azoto nitroso	mg/L N	3,1	0,04	0.3
Azoto nitrico	mg/L N	13,3	<0,5	-
Fosfati	mg/L P	7,1	<0,05	0.5
Fosforo totale	mg/L P	46,6	0,1	1
COD	mg/L O_2	135	<20	120
Fluoruri	mg/L	2,4	<1	6
Alluminio	μg/L	165	<0,15	500
Antimonio	μg/L	< 5	<1	50
Arsenico	μg/L	48,4	<1	1
Bario	μg/L	53,9	<0,1	10
Berilio	μg/L	<0,10	<0,1	5
Cadmio	μg/L	<0,25	<0,25	1
Cobalto	μg/L	3,8	<0,2	30
Cromo totale	μg/L	31,6	<1	100
Ferro	μg/L	276	<1	500
Mercurio	μg/L	<0,5	<0,1	0.5
Manganese	μg/L	17,2	<0,2	500
Nichel	μg/L	60,6	<2	100
Piombo	μg/L	70,2	<3	10
Rame	μg/L	20,7	<4	50
Selenio	μg/L	2,6	<1	10
Vanadio	μg/L	13,1	<1	50
Zinco	μg/L	615	<1	250

Tabella 5: analisi elementare dei reflui dopo trattamento osmosi inversa

Le membrane utilizzate nell'osmosi inversa sono caratterizzate da pori con diametro generalmente inferiore a 0,001 □m che consentono il passaggio di piccole molecole come l'acqua, ma non quello di grosse molecole organiche o di ioni (il passaggio degli ioni è impedito come conseguenza delle forti interazioni tra le cariche elettriche). Applicando una pressione superiore a quella osmotica, il passaggio dell'acqua pura avviene anziché dalla soluzione diluita (o solvente puro) alla soluzione concentrata, nel senso opposto. Pertanto se si alimenta una soluzione acquosa contenente sostanze inquinanti organiche ed inorganiche ad un impianto di osmosi inversa si ottiene una fase concentrata (concentrato) che contiene la maggior parte degli inquinanti (solidi sospesi, sostanze organiche, solidi disciolti) ed una fase diluita (permeato) costituita da acqua praticamente esente dai componenti non desiderati.

I costi di esercizio specifici sono essenzialmente da imputare alla energia di compressione (pressioni di esercizio dell'ordine di 2.000-8.000 kPa) ,che è fornita al fluido, in alimentazione all'impianto di osmosi, in modo da superare la pressione osmotica del sistema.

Nella seguente tabella sono riportati i valori dei principali parametri analizzati, sia all'ingresso dell'impianto (refluo non trattato) sia in uscita dall'osmosi inversa.

Dall'esame di questi risultati si evince che:

- Le caratteristiche del permeato sono idonee per essere scaricato in laguna o riciclato al lavaggio ai sensi della tabella A sezioni 1,2 e 4 del DM 30/07/99.
- Il rapporto di concentrazione sarà compreso fra 10 e 20 volte a seconda delle caratteristiche in ingresso e quindi trattando 2.400 L/d di acqua si produrranno da 600 a 1.200 litri di concentrato in 5 giorni lavorativi.
- Si prevede necessario un lavaggio settimanale con la produzione di 500 litri di acque di lavaggio
- Il concentrato e le acque di lavaggio dovranno essere stoccate per il successivo smaltimento tramite ditte autorizzate

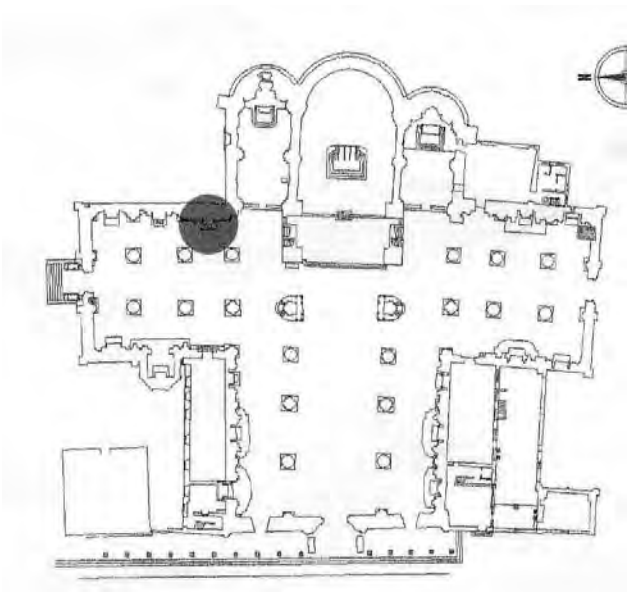
IL RESTAURO DELL'ALTARE DI S. MICHELE DELLA CATTEDRALE DI CREMONA

Achille Bonazzi

Dipartimento di Scienze della Terra. Università di Parma. *achille.bonazzi@unipr.it*

Premessa

Collocato nel transetto settentrionale, a diretto contatto con l'abside settentrionale, la decisione di recuperare l'altare di S. Michele, all'interno dei lavori per le celebrazioni del IX° centenario di fondazione della Cattedrale, è da attribuire anzitutto alle sue precarie condizioni statiche, ma anche alla valenza storica e storico – artistica dell'altare stesso.



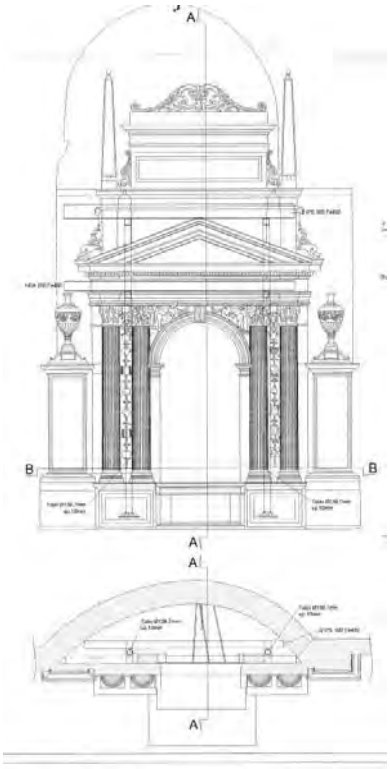


Figure 1 e 2. Planimetria della Cattedrale di Cremona e, a destra, rilievo con sezione dell'altare di San Michele

Infatti l'altare attuale è da attribuire a Giulio Campi, autore anche della tela, datata 1566, collocata al centro dell'altare stesso raffigurante il Santo nell'atto di uccidere il diavolo. La facciata dell'altare si presentava completamente ricoperta da uno strato di intonaco sottostante ad una tempera magra grigiastra, che celava i materiali originari costituiti essenzialmente da stucchi con dorature a lamina, messi in luce con saggi stratigrafici e "section – cross" analizzate al microscopio ottico e al SEM con microanalisi EDAX. Questo intervento di restauro si fonda su due documenti di archivio; nel primo, datato 15 gennaio 1870, l'architetto Carlo Visioli, avendo sentito che alcuni benefattori della Cattedrale intendevano ricoprire con oro gli ornati ed i piani con imitazione del marmo, invitava a sentire il parere di una Commissione di esperti prima di dare inizio all'intervento. Nel secondo, datato 26 agosto 1885 un certo Karl Furst, tecnico di Vienna, lamenta che un altare di tale preziosa fattura sia stato sottoposto a "*barbaro deturpamento… dandogli una tinta a tempera probabilmente onde volendogli dare l'aspetto di marmo avendolo in verità solamente sporcato e con ciò spogliato di tutto il suo naturale pregio buscando nello stesso tempo tutti quei lineamenti fini che lo distinguono essendo le quali venute chiuse e fatte sparire dalla sopra detta brutta tinta giallastra sporca in tal modo, che a solo grande stento se ne può rinvenire le tracce..*" (Arch. Diocesano). In realtà la tempera ottocentesca conservava sporadicamente tracce di decorazione a secco; l'intervento di restauro ha messo in rilievo la situazione originaria e non l'eventualità di dorature successive: infatti dalle sezioni non è mai emersa una doppia doratura; inoltre la doratura con bolo è a diretto contatto con gli stucchi cinquecenteschi.



Figura 3. Ciclo degli affreschi retrostanti l'altare.

La scoperta del ciclo trecentesco

Ma la scoperta più significativa riguarda l'interno dell'altare, conosciuto finora solo parzialmente come documentato da A. Puerari nel suo libro sulla Cattedrale di Cremona (1971). Lo storico cremonese, infatti, aveva potuto osservare esclusivamente la zona centrale dell'affresco, dato che perpendicolarmente alla facciata si estendevano almeno due murature che impedivano la vista globale della zona affrescata. Così le interpretazioni da lui proposte non sempre corrispondono al vero, anche in mancanza di un'indagine precisa sui materiali e sui rapporti di queste pitture con altre presenti anche in città, come quelle della Chiesa della SS.ma Trinità – o di S. Gregorio – e della ex chiesa di S. Vitale. Infatti, su una muratura a una sola testata, di forma quasi semicircolare, delle dimensioni di circa 7 x 11 m, si estende un ciclo di affreschi databili per ora alla seconda metà del Trecento, costituito da quattro zone distinte, oltre che per l'aspetto estetico, anche per la tecnica di esecuzione. Procedendo dall'alto verso il basso, nella zona della cupola che si raccorda con l'attuale facciata, l'affresco a base di "terre" è steso direttamente sul laterizio – metodologia riscontrata anche in altre zone della Cattedrale, come la parete sottostante l'altare di S. Rocco sempre nel transetto settentrionale - .

Al di sotto del cornicione, i lati, raffiguranti fiori e frutta, sono stati realizzati "a spolvero": i cartoni, in cattivo stato di conservazione, sono stati ritrovati nel materiale incoerente abbandonato all'interno dell'altare. Al centro è raffigurata la "gloria di Cristo e della Vergine" attorniati da quattro angeli per lato. Qui la tecnica esecutiva è

quella dell'incisione con "giornate" ben distinte e disegno preparatorio a base di "terre giallo-ocra". Alla base di questa fascia sono raffigurati a sinistra, S. Omobono, il patrono laico della città e della diocesi, che costituisce la più antica raffigurazione in affresco del Santo, con ai piedi un povero. A destra un altro santo, ai piedi del quale è posto un devoto in abito rosso, probabilmente un notaio della nobile famiglia degli Ala. L'interpretazione per ora più probabile porta ad interpretare il notaio come Paolo Ala, notaio della famiglia, e il Santo che pone la sua mano in segno di protezione come S. Ivo, patrono dei notai, chiamato anche l'"Avvocato dei poveri". Si potrebbe quindi ravvisare una simmetria iconografica con a sinistra S. Omobono, il "Padre dei poveri" e a destra S. Ivo, l'"Avvocato dei poveri". Non sono stati identificati i due nobili posti alla destra di S. Omobono, probabilmente nobili della famiglia degli Ala. In questa zona dell'affresco le indagini, realizzate sempre su section-cross, valorizzando, oltre al SEM, anche l'FT-IR, hanno permesso di definire la tavolozza dei colori, la tecnica di realizzazione del manto della Vergine – azzurrite stesa sul morellone con fiori a base di cera d'api e resine - l'uso indifferente della malachite o di "terre verdi" per i verdi – il manto di S. Ivo è in malachite, mentre l'ambiente "naturalistico" è in "terre verdi" -, il cinabro per il rosso oltre alle solite "terre" per le altre cromie.

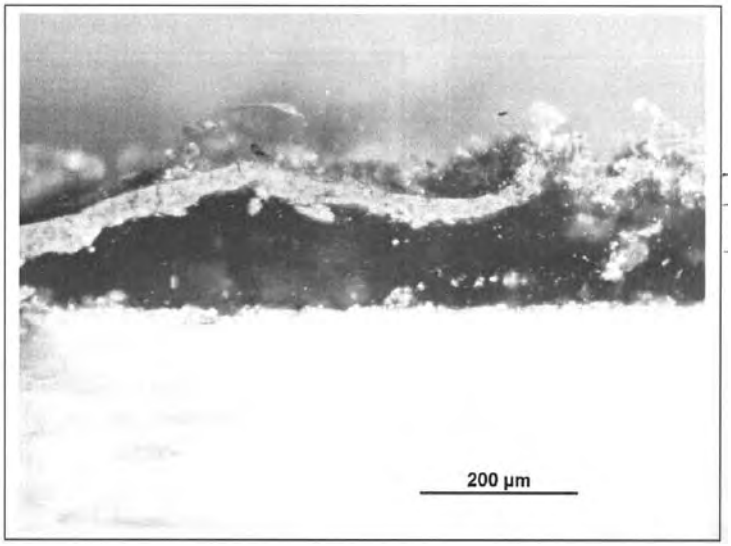


Figura 4. Sezione stratigrafica relativa al bordo del manto di Cristo.

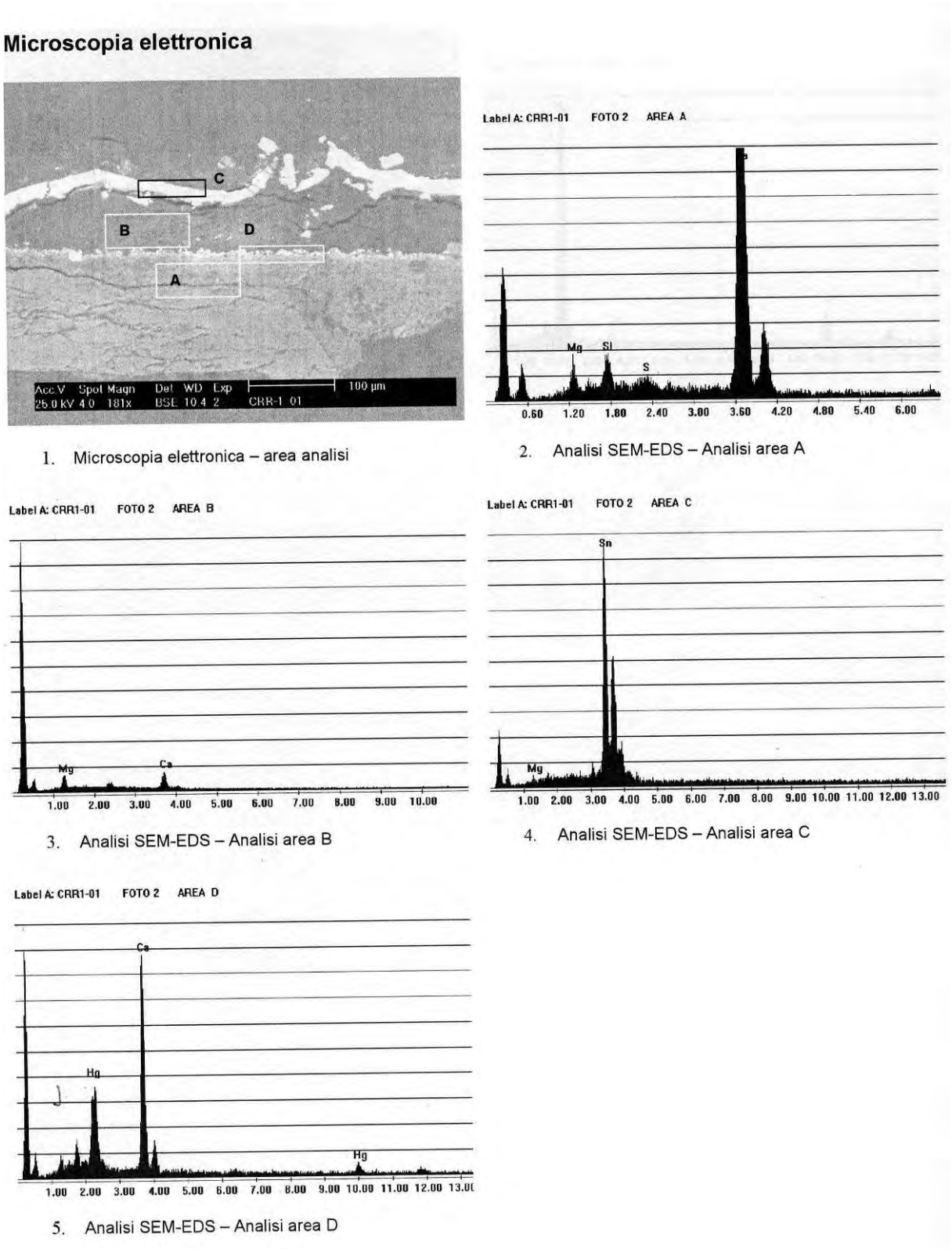


Figura 5. Indagini al SEM relative alla sezione precedente.

Al di sotto di questa fascia, dove i personaggi sono rappresentati a grandezza quasi naturale, due grandi riquadri con lo stemma degli Ala e la rappresentazione di due virtù: a sinistra la "fides", a destra l'"humilitas", tra loro separate da uno spazio vuoto che doveva costituire una specie di reliquiario. Qui la tecnica è quella dell'affresco, senza incisione. L'analogia con le figure dei *"Liber sanitatis"* è evidente, in relazione col ciclo quattrocentesco delle volte minori dei transetti – ma questo ciclo è presente pure nelle volte delle navate laterali -.

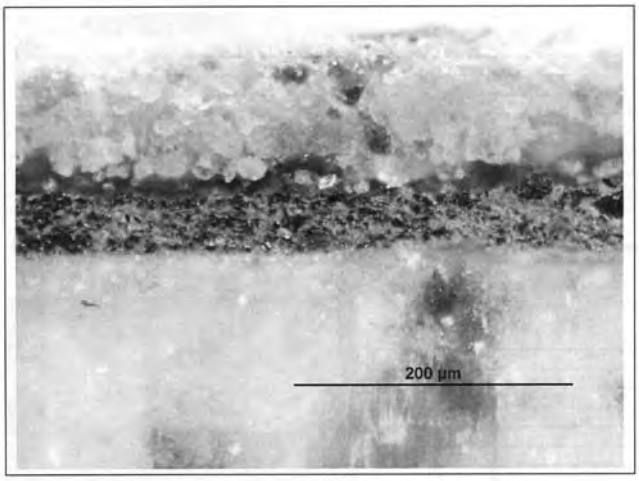
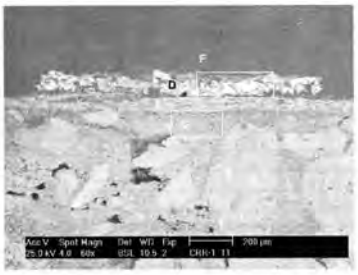
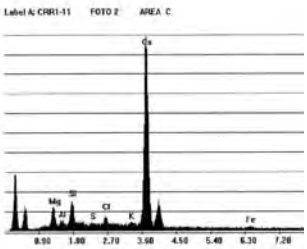


Figura 11-02 – Sezione trasversale lucida

Microscopia elettronica



1. Microscopia elettronica – area analisi



2. Analisi SEM-EDS – Analisi area C

Figura 6. Sezione con relativa analisi al SEM del manto azzurro della Vergine.

La fascia più bassa rappresenta cinque Santi, realizzati con incisione con la tecnica dell'affresco apparentemente in un'unica giornata; a sinistra S. Michele col drago e la bilancia a pesare il bene e il male, la Vergine col Bambino, S. Aquilina – ma è più probabile S. Apollonia - , S. Caterina d'Alessandria e S. Agata, la cui devozione è documentata in città dalla Chiesa di fine XII secolo dedicata alla Santa siracusana. Questa zona affrescata presenta notevoli somiglianze con alcuni affreschi collocati nell'ex Chiesa di S. Vitale di Cremona e in quella della SS.ma Trinità – o di S. Gregorio -, a motivo dello stile col quale sono realizzati i capelli dei personaggi, con tonalità giallastre ed arancione, caratteristici. Questo aiuta alla datazione di questi affreschi, dato che nel lato nord della ex chiesa di S. Vitale è stata riscontrata la data del 1375, mentre la Chiesa della SS.ma Trinità, in antico dedicata a S. Gregorio, è stata iniziata nel 1369 e gli affreschi simili a questi sono collocati sulle pareti laterali, soprattutto nel lato sud.

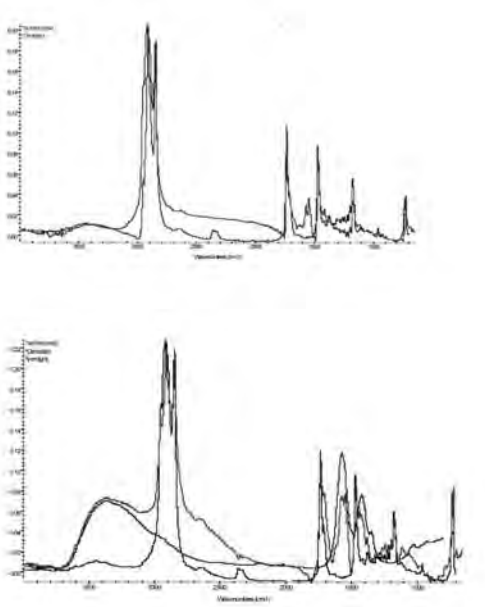


Figura 7. Indagine in FT-IR sul materiale deposto sulla Vergine: cera.

A conferma delle successive stratificazioni operate dai nobili della famiglia Ala in questo altare, in basso a sinistra, sovrapposto alla fascia dei cinque santi, vi è un affresco raffigurante la Vergine col Bambino, sempre simile a una posta sul pilastro del abside sud della chiesa di S. Gregorio.

Senza voler ulteriormente approfondire dal punto di vista storico – artistico il problema della datazioni degli affreschi e la loro attribuzione, dal punto di vista archeometrico la sequenza delle stratificazioni e la caratterizzazione degli intonaci permette di affermare, diversamente da quanto finora gli storici dell'arte hanno affermato, che la zona più basse risulta più recente rispetto a quella più alta. Se è corretta la datazione della fascia inferiore all'ultimo quarto del sec.XIV, in analogia con la datazione riscoperta nella ex Chiesa di S. Vitale, la parte più alta, dagli storici dell'arte attribuita al sec. XV, dovrebbe risultare invece più antica. Il Puerari nel suo testo (1971) afferma "*La presenza di Bonifacio Bembo nella incoronazione della Vergine all'altare di S. Michele*" (pag. 147 – 148), ma è problema che esula dalle competenze personali.

Il restauro della fascia inferiore è risultato assai problematico anche per vistose macchie di cera e di oli – evidenziati con la metodica dell'FT-IR -, ma soprattutto poiché questo ciclo di affreschi era collegato con sei muretti che costituivano il supporto dell'attuale facciata. Volendo recuperare completamente il ciclo, in gran parte nascosto da questi muri, si è dovuto intervenire con un complesso sistema strutturale per sostenere il tutto, per realizzare il quale sono stati utilizzati non solo strutture in ferro, ma particolari intonaci e reti in fibre di carbonio per mettere in sicurezza, in funzione antisismica, tutta la struttura, con la consulenza di un ingegnere strutturista, Lorenzo Jurina, del Politecnico di Milano.



Figura 8. L'interno dell'altare prima del restauro.

BIBLIOGRAFIA

1. *La Cattedrale di Cremona*. A. Puerari, Milano 1971

PALAZZO NOBILE DI VILLA TORLONIA A ROMA: PROBLEMATICHE DI RESTAURO E "RIPRISTINO" DEGLI ARREDI METALLICI

Marco Demmelbauer[*], Chiara Maria Omodei Zorini[**]

[*]Restauratore/Conservatore, Roma, m.demmelbauer@mclink.it, www.art-conservation.it
[**]Restauratrice/Conservatrice, Roma, chiara.omodei@tiscali.it

Abstract

I lavori di restauro della Palazzina Nobile di Villa Torlonia a Roma, conclusi nel 2006, hanno offerto un'occasione di confronto circa le problematiche pertinenti il ripristino delle sue architetture e decorazioni, con particolare riferimento agli arredi metallici, quali la balaustra in lega di rame sulla scala principale, la stufa in ghisa e i lampadari in ottone dorato. Il restauro ha cercato di conciliare le esigenze conservative dei manufatti con la necessità del loro effettivo riutilizzo: il rispetto dell'istanza storica e la riconoscibilità dell'intervento si sono dovute confrontare con la ricostruzione del generale contesto storico ed il rispetto delle moderne norme sulla sicurezza. Lo studio delle tecniche di realizzazione originali associato all'impiego di materiali moderni ha permesso di trovare i compromessi più opportuni.

Introduzione

L'approccio a un complesso monumentale ottocentesco, estremamente articolato e caratterizzato da condizioni conservative talvolta precarie, ha fornito l'occasione di interrogarsi sull'applicabilità della Teoria del Restauro brandiana in relazione al restauro/ripristino di manufatti moderni. A cento anni dalla nascita di C.Brandi, sembra infatti far breccia l'idea che, allo scopo di rinfunzionalizzare un monumento moderno (a fini conservativi e culturali), sia da preferire il ripristino del presunto stato originale dell'opera piuttosto che tutelare ciò che resta della sua valenza estetica e storica. Questo concetto è tutt'oggi oggetto di vivaci ed irrisolti dibattiti, in quanto non solo di difficile connotazione ma anche considerato potenzialmente dannoso per il futuro sviluppo delle metodologie del restauro.
In passato i criteri estetici hanno costituito le linee guida degli interventi di rielaborazione e *pastiches* che hanno caratterizzato la storia del restauro in Italia dal '500 al '700 circa. Si tratta di interventi fortemente soggetti alla mutevole evoluzione del "gusto" e valutazione del "bello", dunque espressione di criteri da considerare oggi inadeguati presupposti per la conduzione di un intervento di restauro. Attualmente è stata maturata infatti una consapevole presa di distanza da quella rielaborazione artistica dell'opera d'arte in accordo ai volubili canoni estetici di ogni epoca. Allo stesso tempo però siamo ormai consci che anche l'intervento di restauro portato esclusivamente sulla "materia dell'opera d'arte", nel rispetto dell'istanza storica, è a sua volta espressione di un'operazione culturale e di conseguenza soggetto ad una possibile futura trasformazione. Sulla base di queste osservazioni dovremmo essere maggiormente esortati a compiere quel difficile sforzo di razionalizzazione ed estraniazione dal proprio contesto culturale al fine di comprenderne la naturale mutevolezza.
Attualmente la televisione e i *media* ci sottopongono a costanti sollecitazioni visive che comportano una maggiore superficialità nella percezione dell'immagine, tale da non stimolare la mente all'integrazione visiva di figure lacunose, come nel passato. Una volta acquisita questa consapevolezza, è auspicabile che le persone preposte alla tutela dei Beni Culturali e i restauratori stessi si costituiscano strumento di orientamento e sensibilizzazione dell'opinione pubblica ai temi dell'arte e della conservazione. Sarebbe infatti deleterio e paradossale che accadesse il percorso inverso, cioè che fossero il "gusto" o le mode del momento ad influenzare le scelte del restauro; se così fosse, nel nome di una "più agevole lettura", si rischierebbe una deriva che porterebbe a perdere quel fondamentale limite che separa l'opera d'arte originale dal "falso".
Purtroppo, benché questa affermazione possa sembrare provocatoria, a ben vedere non lo è più di tanto! Infatti, cambiando cultura mutano radicalmente anche gli approcci all'opera d'arte e conseguentemente al restauro: a tutt'oggi fuori dall'Italia le invasive manutenzioni e manomissioni perpetrate negli anni hanno adulterato l'estetica dei monumenti, privandoli della loro stessa "anima", cosicché l'appartenenza storica di un'opera d'arte resta spesso affidata esclusivamente alla sola analisi stilistica. Questa visione del restauro se da un canto favorisce la fruibilità estetica per la massa, dall'altro ne accresce le difficoltà per una vera comprensione storico/artistica, così da limitarla di fatto ad un ristretto ambito di studiosi.
In questo quadro il Documento di Nara sull'Autenticità (1994, Giappone), ci informa che ogni paese in base alla propria cultura e tradizioni ha il diritto di definire autentico un proprio manufatto, cosicché anche gli interventi di ripristino o persino quelli di totale sostituzione, purché eseguiti secondo le tecniche tradizionali, non influiscono sull'autenticità del manufatto originale. Per quanto riguarda il nostro Paese, se da una parte è inverosimile ipotizzare la ricostruzione del semicerchio mancante del Colosseo a Roma, dall'altra si riscontra una effettiva accettazione del concetto di ripristino riguardo manufatti moderni, come il Teatro de La Fenice a

Venezia (1792) o il Teatro Petruzzelli di Bari (1903), casi più eclatanti di recenti ricostruzioni. Risulta pertanto indispensabile aprire un dibattito sulla possibilità e opportunità dell'impiego generalizzato del ripristino senza una sua corretta interpretazione e adeguato indirizzo.

In questo quadro rientra il progetto di restauro del Casino Nobile di Villa Torlonia e in particolare l'intervento sugli arredi metallici, oggetto di questa esposizione: nel caso specifico la balaustra in lega di rame sulla scala principale, la stufa in ghisa e i numerosi lampadari in ottone dorato, i quali hanno offerto un'occasione di confronto metodologico, ancor prima che tecnico, riguardo la più idonea conduzione dell'intervento di restauro. Si tratta infatti di un intervento per lo più finalizzato a "ristabilire la funzionalità di prodotti industriali", nell'accezione brandiana del termine, in quanto gli oggetti in esame sono costituiti da manufatti di arredo moderni, realizzati in serie, sprovvisti di un prevalente valore artistico e qualificati maggiormente dalla valenza storica e contestualizzazione architettonica [1].
La villa infatti, dopo esser stata proprietà della famiglia Pamphilj (XVII sec.) e Colonna (XVIII sec.), venne acquistata nel 1797 da Giovanni Torlonia che conferì a G.Valadier il compito di realizzare il Casino Nobile, ristrutturando l'edificio padronale preesistente (1802-1806). L'aspetto attuale si deve però ad un successivo intervento di Alessandro Torlonia, il quale nel 1832 incarica Giovan Battista Caretti di modificare parte dell'architettura esterna ed interna (inserendo l'ingegnosa scala di collegamento), così come di impreziosire le decorazioni a mezzo di validi artigiani. La presenza di simboli araldici e iniziali di Alessandro Torlonia confermano questa datazione sia per l'elegante balaustra in lega di rame sulla scala principale (opera di Filippo Ghirlanda), sia per la stufa in ghisa, appositamente commissionata a Parigi. Dopo un periodo di disuso, le vicende storiche lasciano un segno tangibile nella villa e nei suoi arredi: a partire dagli anni '20, infatti, la villa divenne dimora di Mussolini, previo pagamento di un simbolico affitto ai Torlonia pari a 1 Lira. Alla caduta del regime fascista la residenza venne requisita ed eletta sede del comando anglo-americano sino al 1947; seguì un periodo di abbandono, fino al 1978, data in cui viene acquistata dal Comune di Roma. Purtroppo l'apertura della villa al pubblico accelera ulteriormente il degrado a seguito di vandalismi e spoliazioni sino a giungere ad un lento recupero con gli interventi di restauro, predisposti a partire dal 1992.

Intervento di restauro



Sulla base di quanto esposto sinora emerge che il valore artistico degli arredi ottocenteschi in metallo, concepiti quali mere decorazioni architettoniche, è stato per lo più limitato alla sola stima antiquariale. Da questo mancato "riconoscimento" della valenza artistica del manufatto consegue un modesto interessamento circa le metodologie e tecniche di restauro cui l'opera è sottoposta (generalmente affidate alla tradizionale abilità artigiana) e, al contempo, ad esso si deve la mancanza di quella preziosa bibliografia di intervento (documentazione, pubblicazioni) che costituisce un'indispensabile occasione di confronto per l'evolversi della nostra professione. Alla luce di quanto detto, questo scritto si ripropone di colmare almeno in parte le suddette lacune, descrivendo le metodologie adottate durante l'intervento e soprattutto riflettendo sulle motivazioni teoriche che ad esse sottendono.
L'approccio al restauro di un complesso di manufatti così differenziati ha richiesto l'attento studio delle tecniche esecutive originali e dello stato di conservazione di ciascun elemento. Dal punto di vista generale la rifunzionalizzazione dei manufatti, nel rispetto delle attuali norme di sicurezza, e l'integrazione degli elementi mancanti, preservando l'autenticità del manufatto, hanno rappresentato le maggiori problematiche riscontrate in corso d'opera. In entrambe i casi complessivamente si è dovuto necessariamente giungere a un compromesso che coniugasse le ragioni storico/estetiche con le mutate esigenze di utilizzo. Per ragioni di sintesi in questa sede si prenderanno in esame solo i restauri della balaustra in lega di rame, della stufa in ghisa e di 4 lampadari, cercando di evidenziare per ciascuno di essi gli elementi di maggiore interesse.

<u>La balaustra</u>
La scala costituisce uno dei più significativi elementi dell'architettura del palazzo; essa è composta da più rampe, singole e doppie, che conducono dal piano terra ai due piani superiori, terminando con un ballatoio. I gradini in marmo bianco sono delimitati da una balaustra finemente decorata e composta da colonnine in lega di rame (probabilmente ottone) oggi di color bruno-nero, sormontate da un corrimano ligneo per una lunghezza totale di circa 35 m.
Nella parte bassa, a contatto con la superficie lapidea della scala, erano originariamente presenti 118 "battiscopa" triangolari con bassorilievi ricorrenti, raffiguranti alternativamente una stella cometa e un cartiglio, simboli araldici della famiglia Torlonia. Tali elementi,

presenti sia all'interno che all'esterno della balaustra, sono costituiti da una lamina metallica cui sono applicate le cornici perimetrali e la decorazione centrale; una struttura lignea centrale fa da supporto a questo complesso di elementi.
La balaustra si articola in un totale di 12 pilastrini angolari e 180 leggere colonnine, alte 80 cm. e decorate con elementi vegetali color oro applicati "a gabbia" alla struttura portante (vedi foto). Le esili colonne, costituite da 11 elementi sovrapposti, sono sostenute da una struttura interna in ferro e vincolate da 2 elementi metallici interposti di sezione quadrangolare, decorati lateralmente con una greca e ovuli color giallo. La balaustra termina con un corrimano in legno, probabilmente ciliegio. È stato calcolato che l'intera balconata (comprensiva di corrimano ligneo, colonnine, angolari e battiscopa triangolari) si sviluppa lungo un'area di circa 60 mq complessivi; le sole colonnine presentano una superficie complessiva di circa 35 mq.
L'osservazione dettagliata del manufatto ha permesso di rilevare alcune disomogeneità tra i vari elementi costitutivi la balaustra, frutto di errori, ripensamenti in fase di realizzazione o interventi manutentivi succedutisi nel tempo. A tale proposito è possibile riscontrare differenze nella patina di alcune colonnine talvolta di un tono giallo anziché bruno, probabilmente riconoscibile quale colorazione originale dell'intera ringhiera, a giudicare da quanto si osserva al di sotto delle "gabbie" decorative floreali. L'attuale patina bruno-nera sarebbe dunque il risultato dell'applicazione ripetuta negli anni di protettivi superficiali (probabilmente olii) invecchiati e scuriti.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione, la struttura generale della balaustra si presentava sostanzialmente solida, nonostante una ossidazione generalizzata delle strutture portanti in ferro all'interno delle colonnine. Solamente 5 pilastrini angolari erano interessati da fratturazioni delle saldature in piombo, tali da comprometterne l'assemblaggio originario. In questo quadro anche alcuni supporti lignei dei battiscopa triangolari si presentavano decoesi, a causa della grande presenza di umidità perdurata negli anni d'abbandono, e risultavano anche del tutto mancanti 18 elementi triangolari in metallo, qualificanti lo zoccolo. Allo stesso tempo le colonnine erano interessate da numerose mancanze e deformazioni plastiche negli elementi decorativi vegetali, così come le greche e gli ovuli. La superficie metallica presentava una lieve ossidazione generalizzata, con localizzate aree di corrosione a pitting (probabilmente cloruri e/o carbonati di rame). La forma di degrado più evidente era però costituita dal notevole accumulo di particellato atmosferico incoerente, particolarmente rilevante nei punti difficilmente raggiungibili. Questo fattore obliterava totalmente gli effetti cromatici delle decorazioni color oro che, in punti localizzati, erano anche lacunose o del tutto mancanti, a causa di urti o sfregamento d'uso. Infine, in punti localizzati era possibile osservare la presenza di colature di vernice a smalto e schizzi di calce/cemento, presenti anche sul corrimano ligneo.
Se dal punto di vista tecnico il restauro non presentava grandi problematiche da risolvere, riducendosi essenzialmente ad un lungo intervento di pulitura meccanica e protezione superficiale [2], sotto l'aspetto metodologico si è dovuto invece affrontare scelte che influivano fortemente sull'aspetto estetico del manufatto e sul suo portato storico.



Figura 2. Stato di conservazione: presenza di schizzi di vernici e cemento, lacune delle decorazioni.



Figura 3. Consistenti depositi di particellato atmosferico

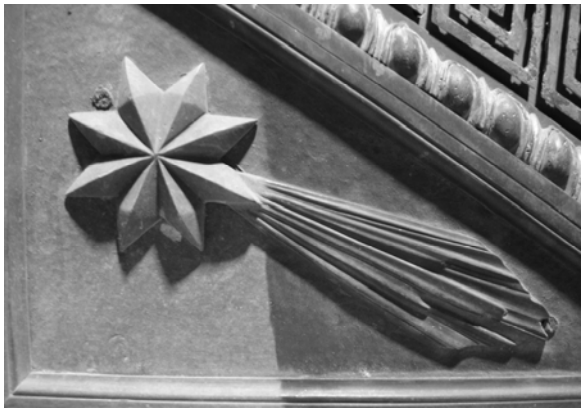


Figura 4. Particolare di una formella durante la pulitura



Figura 5 . Applicazione delle formelle realizzate con fusione a staffa.

La mancanza dei battiscopa triangolari e delle greche decorative, frutto delle spoliazioni e dei vandalismi perpetrati neglianni di abbandono, costituivano un *vulnus* che deturpava notevolmente l'opera ma ne attestava anche il suo trascorso storico. Si configurava la difficile scelta di effettuare un restauro di "tipo archeologico", d'impronta esclusivamente conservativa, oppure procedere con una reintegrazione delle parti mancanti ripristinando l'unità di lettura del manufatto. In accordo con l'indirizzo metodologico adottato per il restauro dell'intero palazzo, si è optato per la seconda ipotesi, ma sussisteva ancora il problema di come garantire la riconoscibilità dell'intervento al fine di non creare un falso. In tali frangenti è possibile procedere distinguendo l'integrazione dal punto di vista estetico (formale o cromatico), materico oppure con una diversificazione delle tecniche esecutive. Poiché nel caso specifico le decorazioni risultano essere caratterizzate da volumi essenziali ed estremamente lineari, si è scelto di optare per gli ultimi due metodi. Per quel che riguarda i battiscopa triangolari sono stati realizzati infatti con una fusione a staffa, in luogo di una lavorazione a lamina ed assemblaggio meccanico dei diversi elementi. A causa della rilevante disomogeneità degli originali, dopo averne eseguito il calco in silicone, è stato comunque necessario adattare le copie alle diverse sedi di destinazione [3]. In fine l'accordo cromatico con gli elementi originali circostanti è stato assicurato da una patinatura superficiale, mentre la riconoscibilità dell'intervento è stata garantita dalla differenziazione delle tecniche esecutive e dalla datazione, riportata a punzone sul retro delle copie di restauro.
Per quanto riguarda gli elementi decorativi mancanti (greche e ovuli), in virtù della loro minore grandezza e visibilità, si è invece proceduto con delle integrazioni in resina epossidica colorata in pasta e patinata superficialmente con colori acrilici, in modo da renderle simili alle decorazioni limitrofe. In questo caso si è affidata alla diversa consistenza materica e resa cromatica il compito di distinguere le parti originali dalle integrazioni.





Figure 6 e 7. Vista generale della balaustra dopo il restauro

La stufa

Una stufa in ghisa, databile approssimativamente intorno al 1850, costituisce uno dei pochi arredi originali della villa così come attestano le iniziali di Alessandro Torlonia che decorano lo sportello centrale. Il manufatto è di produzione francese, come risulta dalle iscrizioni sul coperchio e sulla cornice dello sportello: "*TH PAUCHET FABRICANT DE CALORIFERES ET DE FOURNEAUX - N.106 FAUB. POISSONNIERE A PARIS*".
La stufa, di forma cilindrica (altezza 105 cm., diametro circa 50 cm), ha la base e la parte terminale realizzate in ghisa colata in stampi decorati, mentre il corpo centrale, dove s'innesta lo scarico dei fumi, è composto da una lamiera in lega di ferro a basso tenore di carbonio. Posta a metà altezza, è presente l'apertura per l'accesso al braciere, costituito da una griglia in ghisa per l'appoggio del combustibile; il vano, arricchito da una cornice decorata, è chiuso da uno sportello a saracinesca in ghisa. Sempre in lega di ferro-carbonio sono le zampe di sostegno ed il doppio coperchio sulla sommità, rinvenuto fortunatamente intatto nel giardino della villa. Infine, collocato nella parte bassa della stufa, doveva originariamente essere presente un cassetto destinato alla raccolta della cenere.

La stufa presentava una corrosione generalizzata delle superfici, particolarmente accentuata nelle zone costituite da lamiera in ferro dolce che, per sua natura, è più facilmente ossidabile. In generale le superfici erano completamente coperte di notevoli depositi di particellato atmosferico e schizzi di calce. Il coperchio circolare si presentava maggiormente corroso e concrezionato a causa della sua lunga permanenza nel giardino; al suo interno si potevano osservare anche i depositi di fuliggine provocati dai fumi di combustione durante il periodo di utilizzo della stufa. Inoltre, in localizzate zone della decorazione bassa in ghisa, si poteva osservare la presenza di profonde corrosioni crateriformi che interessavano quasi l'intero spessore della struttura. A prima vista complessivamente appariva evidente la mancanza del cassetto destinato alla raccolta della cenere e dell'elemento orizzontale della cornice presso il vano d'accesso. L'analisi delle deformazioni, presenti sulla lamiera nella zona di battuta della saracinesca, lascia supporre che la caduta della cornice sia avvenuta quando la stufa era ancora in uso, proprio a causa dei continui colpi in fase di chiusura.
Al pari dell'esterno anche la camera di combustione interna, realizzata in lamiera di ferro, appariva corrosa in modo generalizzato, con punti distaccati o lacunosi. Qui è stato interessante osservare una duplice trasformazione della lamina metallica: da una parte il diretto contatto con il calore del fuoco, alternato ai periodi di non utilizzo, ha favorito la formazione di fenomeni ossidativi, dall'altra proprio il contatto con i fumi di combustione ricchi di particelle carboniose ha probabilmente determinato la formazione di strati acciaiosi superficiali. Questa combinazione di effetti si traduce in una superficie grigio acciaio con interessanti forme ossidative dall'aspetto puntiforme. Infine il meccanismo interno (composto da un sistema di carrucole, catene e contrappesi) che consente il sollevamento dello sportello a saracinesca, si presentava danneggiato, benché ancora parzialmente funzionante.

Durante l'intervento di restauro i prodotti di corrosione del ferro frammisti ai depositi terrosi e la fuliggine interna sono stati rimossi meccanicamente [4], avendo cura di eliminare solo gli ossidi più pulverulenti e rispettando la superficie originale, la quale non è stata intenzionalmente "spatinata", come talvolta è in uso nel restauro del ferro.
Al termine delle operazioni di pulitura il manufatto è stato sottoposto ai trattamenti con il convertitore di ossidazione a base di tannini [5], così da trasformare e rendere stabili i rimanenti prodotti di corrosione del ferro. Sebbene tale trattamento sia in uso ormai da molti anni (Pelikan, 1966), delle ricerche effettuate in Germania [Wunderlich, 1994] contestano la sua effettiva efficacia conservativa che sarebbe molto limitata. Tale osservazione porterebbe pertanto a considerare l'applicazione dei tannini un trattamento quasi esclusivamente di natura estetica, al fine di rendere neri gli ossidi color arancio. Ciò conduce inevitabilmente a delle considerazioni metodologiche: mentre sinora accettavamo l'irreversibile alterazione della patina quale unico metodo conservativo per tutelare efficacemente l'intero manufatto, ora che tale motivazione viene intaccata siamo costretti a compiere scelte ben precise. Il maggiore ostacolo da superare è ancora una volta rappresentato dalla perdita del portato storico del manufatto rappresentato dalle patine, a favore di un "ripristino estetico" dell'intero oggetto. La dicotomia tra portato estetico e storico contraddistingue in modo differente ciascun manufatto e costituisce un problema da risolvere ogni volta con specifiche scelte: mentre nel caso in questione si è data priorità all'aspetto estetico, così da facilitarne la relazione con il circostante contesto ambientale, viceversa nei manufatti di origine archeologica il tempo di abbandono intercorso e la valenza storica saranno sicuramente da tener in maggiore considerazione. In questo caso, una volta rimossi gli ossidi maggiormente igroscopici, si proteggerà il manufatto senza l'applicazione dei tannini e si cercherà di mantenere l'ambiente di conservazione secondo i parametri più idonei.







Figura 8, 9 e 10. La stufa prima e dopo il restauro. Al centro particolare della pulitura.

Per quanto riguarda il ripristino estetico della stufa, in base a quanto detto sinora, non stupisce la richiesta di ricostruire la parte frontale del cassetto originale e la cornice andati perduti. Sfruttando la ricorrenza degli elementi decorativi, è stata ricavata una matrice siliconica da cui è stato realizzato lo sportello e la cornice in resina epossidica pigmentata in pasta. Ancora una volta si è cercato di rendere reversibile l'operazione, applicando strati di intervento nei limitati punti di attacco, mentre il criterio di riconoscibilità è stato affidato alla differenziazione materica e documentazione sul retro dell'anno di realizzazione. Infine si è provveduto ad applicare più strati di protettivo così da preservare il metallo in futuro.



Figure 11. Stufa dopo il restauro con particolare della chiusura di rifacimento.

I lampadari

Come è stato precedentemente detto, i grandi lampadari a 24 candele, destinati ad arredare la fastosa sala da ballo, non sono originari arredi della villa. Si tratta di quattro elementi di pregevole fattura, databili intorno alla metà del 1800 e costituiti da una struttura in ferro rivestita da un tubo in ottone dorato, alla cui metà è posto un piatto che sorregge dei bracci curvilinei. Essi si avvitano su un cerchio in rame dorato dove s'innestano 18 braccia e 6 formelle portacandele, realizzate a bassorilievo con decorazioni a cesto di frutta, semplice o con aggiunta di cigni. Delle "catene" di cristalli di grandezza crescente collegano il disco superiore al cerchio mediano e poi, con dimensioni decrescenti, uniscono quest'ultimo a un disco inferiore, così da formare una doppia cascata coniforme, avente la funzione di rifrangere la luce. Alla sommità è presente un piatto decorato da 8 palmette da cui pendono ulteriori cristalli di differenti forme e dimensioni, simili a quelli concatenati che

decorano i bracci portalume. I lampadari, essendo originariamente illuminati con candele di cera, non presentano alcuna predisposizione per l'impianto elettrico, adattato già intorno agli anni '70-80

Dopo gli anni di totale abbandono, in ambiente probabilmente molto umido, i lampadari hanno subito ulteriori gravi danni nelle fasi di trasporto dalla Casina Valadier ai depositi di Villa Torlonia. Al momento del restauro i principali danni erano costituiti da gravi deformazioni della struttura metallica, dovuti agli urti e all'errata posizione d'immagazzinamento. In particolare molti dei bracci portalampada erano completamente distorti e talvolta fratturati, così come il loro cerchio di supporto e le palmette sulla estremità alta. La struttura in ferro interna appariva ossidata in superficie pur assolvendo ancora alla sua funzione portante. Per quanto riguarda le superfici metalliche, erano interessate da forme di corrosione così diffuse da obliterare quasi totalmente la residua doratura sottostante. La superficie appariva infatti di una colorazione giallo-verde a causa dei prodotti di corrosione del rame, associati a cospicui depositi di particellato atmosferico.



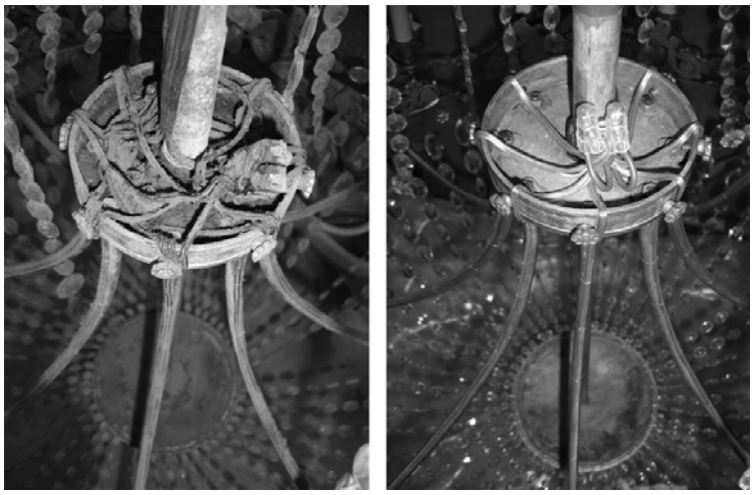


Figure 12 e 13.
Lampadari prima del restauro.
Particolare della pulitura delle palmette superiori.

Inoltre, localizzate prevalentemente sulla superficie superiore delle palmette, si osservavano schizzi e colature di vernice a smalto di colore bianco. Anche sui cristalli era possibile osservare depositi di polvere, schizzi di vernice bianca ed ossidazione del filo di ottone che tratteneva ciascuna "goccia". In molti casi si notavano scheggiature e lacune, soprattutto nel punto d'innesto del filo metallico, così come si riscontrava la perdita di interi cristalli, anche tra quelli di notevoli dimensioni. Infine l'impianto elettrico, oltre ad essere attualmente fuori norma, mostrava segni d'invecchiamento: ossidazione degli attacchi interni dei portalampade e alterazione della plastica dei fili elettrici.

Al fine di eseguire un lavoro di restauro approfondito ed uniforme si è proceduto allo smontaggio completo di tutti gli elementi costitutivi il lampadario, eliminando il vecchio impianto elettrico ed eseguendo una preliminare aspirazione dei depositi di polvere. Per la pulitura delle superfici dai prodotti di corrosione del rame si è ricorso a metodi chimici escludendo a priori i metodi artigianali tradizionali a base di acidi forti (quali acido solforico diluito) tamponati con bicarbonato di sodio. Si è preferito invece l'uso di agenti chelanti a pH neutro [6] al fine di procedere con una pulitura graduale, maggiore controllo e minima invasività. Al termine dell'intervento i singoli elementi sono stati abbondantemente sciacquati ed approfonditamente disidratati tramite immersione in etanolo ed essiccamento con radiazioni IR e termoconvettore. Con questo procedimento si è riusciti ad eliminare efficacemente la corrosione verde riscoprendo la brillantezza dell'oro originale sottostante. Per quanto riguarda i cristalli si è intervenuto con le stesse modalità di pulitura chimica utilizzate per le parti metalliche, così da agire anche sui fili in ottone vincolanti i vari elementi. Le parti scheggiate sono state integrate con resina epossidica trasparente, solo nei casi di limitate dimensioni e dove sussisteva la possibilità di agganci meccanici. Quando invece le mancanze erano troppo estese si è preferito sostituire l'intero elemento poiché le integrazioni in epossidica, con l'invecchiamento del materiale, sarebbero risultate eccessivamente visibili.
Il vecchio impianto elettrico è stato sostituito con un sistema ad accensione unica, avendo cura di utilizzare cavi di sezione idonea al carico elettrico, in base al numero di lampadine da alimentare. I cavi elettrici, di color oro così da risultare mimetici, sono stati fissati alla struttura metallica in modo invisibile, mediante ravvicinate legature con filo di nylon, inerte nei confronti del metallo e trasparente; anche i morsetti di raccordo per i cavi elettrici sono stati scelti di tipo trasparente così da ridurre l'invasività.

Infine la protezione superficiale di tutte le superfici in ottone dorato è stata eseguita in modo approfondito con riscaldamento preventivo dei manufatti, così da eliminare l'eventuale umidità interna ed evitare la nuova formazione di corrosioni superficiali [7].



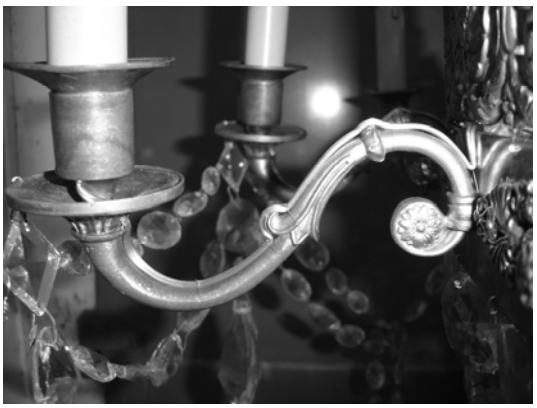


Figure 14, 15 e 16. Ripristino dell'impianto elettrico prima e dopo il restauro.





Figure 17 e 18. I lampadari della sala da ballo dopo il restauro.

NOTE:

[1] La balaustra in lega di rame e la stufa in ghisa sono stati realizzati specificatamente per il palazzo intorno al 1830, mentre i 5 lampadari e le 19 appliques sono successivi (1850-1920) e provengono dalla Casina Valadier a Roma.

[2] Dopo una generale aspirazione con apparecchio professionale ad alta potenza si è proceduto con la pulitura puntuale di tutte le colonnine e degli elementi decorativi tramite spazzolini con setole sintetiche a microtrapano e a mano, avendo cura di preservare la patina originale dell'opera. Al fine di prevenire ulteriori forme di ossidazione superficiale del metallo e al contempo esaltare i contrasti cromatici delle decorazioni, è stata applicato un protettivo a base di resina acrilica e benzotriazolo (Inclalac® in diluizione al 50% v/v del formulato commerciale).

[3] Si ringrazia Glauco Cambi e la fonderia Luciano Luconi di Roma per l'assistenza e la realizzazione delle copie

[4] Nel caso specifico è stata utilizzata una microsabbiatrice per uso professionale a bassa pressione (max 1 bar) con inerte di granulometria molto sottile (ossido di alluminio a 220 mesh) così da garantire controllabilità e gradualità nel processo di pulitura.

[5] Sono state effettuate tre applicazioni di acido tannico diluito al 5% p/p in acqua e steso a pennello. Per la successiva protezione superficiale è stato applicato uno strato di resina acrilica (Paraloid B72® diluito in acetone al 3% p/p e applicato a pennello) e due strati di cera microcristallina trasparente opaca.

[6] La pulitura chimica è stata effettuata a immersione per circa 10-15'con EDTA trisodico diluito al 5% p/p in acqua demineralizzata.

[7] Nel caso specifico sono stati applicati più strati di resina acrilica e benzotriazolo (Incralac® in immersione e a pennello diluito al 50% v/v del formulato commerciale).

BIBLIOGRAFIA:

1. Brandi C., *Teoria del Restauro*, capitolo I, Einaudi, Torino, 1977
2. Wunderlich Chr.-H., *Zur Zuverlässigkeit des Korrosionsschutzverfahrens mit Tannin*, Arbeitsblätter für Restauratoren, Heft 1, 1994, Gruppo 1. Ferro, p.280
3. Logan J., *Tannic Acid Treatment*, in CCI Notes 9/5, Canadian Conservation Institute, Ottawa, Canada,1989.
4. Pelikan J.B., *Conservation of Iron with Tannin*, Studies in Conservation 11, Nr. 3, August 1966, p.109-114
5. Neuhaus A., *Phasenbestand, Orientierungsphänomene und Haftkräfte von Phosphatschichten auf Metallen*, Dethema-Monographien Band 51, p.117-137
6. Stambolov T., Bleck R., Eichelmann N., *Korrosion und Konservierung von Kunst und Kulturgut aus Metall*, Bd. 1, Weimar 1987, p.71-81
7. Lehmann J., *Möglichkeiten der Erhaltung von gefaßten Grabkreuzen*, Arbeitsblätter für Restauratoren, 1983, Gruppo 1. Ferro, p.181
8. Bastidas J.M., *Effect of Treatment with Tannic, Gallic and Phosphoric Acid on the Electrochemical Behaviour of rusted Steel*, Electrochimica Acta 37, Nr. 11, 1992

RESTAURO DI DIPINTI SU TELA FODERATI A COLLA PASTA: PROBLEMI E METODOLOGIE DI INTERVENTO

Jole Marcuccio, Claudio Marziali, Stefano Marziali

Progetto Conservazione Restauro
Via San Bernardino, 28 – Bergamo – tel. 035.07.70.682 – e-mail restaurobg@virgilio.it

Abstract

Oggetto di questo contributo è il trattamento delle deformazioni presenti sui dipinti su tela.
Sempre più spesso gli interventi di restauro sono rivolti a dipinti che furono foderati a colla pasta. Queste foderature frequentemente risalgono ai primi decenni del XX secolo e presentano una buona condizione conservativa del supporto. Mantengono, infatti, una buona planarità e supportano bene le variazioni di umidità e temperatura. Sul fronte dei dipinti si riscontrano solitamente danni indotti dalla foderatura, quali, ad esempio, impressione della tela da rifodero, grinzature diagonali prodotte dal dilatamento del supporto per apporto di umidità. Questi sono danni ormai storicizzati e impressi in maniera indelebile sulla materia pittorica. Una tipologia di degrado tipica di questi dipinti forniti di supporto ausiliario, e che si manifesta però nel tempo, è la comparsa di sollevamenti a crestina. Questo termine, mutuato dal restauro dei dipinti su tavola, indica in questo contesto il sollevamento delle linee di giunzione di tagli, lacerazioni e inserti tessili. È risaputo, infatti, che uno dei motivi per cui si ricorreva alla foderatura era proprio la presenza di simili danni del supporto tessile. La lacerazione era chiusa e rinforzata sul retro tramite l'incollaggio di una "toppa" di tela e a seguire la foderatura a colla pasta ridava continuità al supporto. Con il tempo la colla pasta perde di forza adesiva e i lembi del taglio tendono a sollevarsi. Spesso di fronte a dipinti in cui la foderatura è ancora in buone condizioni, e che, invece, presentano questa tipologia di degrado, si decide di non sfoderare il dipinto. La decisione può nascere da due considerazioni: dalla valutazione complessiva dello stato di conservazione generale e dalla necessità di attuare interventi non traumatici per l'opera, prolungando al contempo il tempo-vita della foderatura.



Figura 1. Sollevamenti a crestina sulla superficie pittorica prima dell'intervento

Il trattamento di queste deformazioni riguarda un dipinto olio su tela, il primo a firmato G.P. Cavagna 1606 (olio su tela, armatura diagonale *saia*, mis. 325 x 225). Il dipinto non è stato sfoderato, né schiodato dal telaio. Il restauro è stato condotto con il dipinto in verticale, per poter operare su entrambe le facce dell'opera, lavorando a luce radente per poter individuare facilmente i sollevamenti e controllare poi il risultato del lavoro svolto.

Dopo la pulitura dei bordi dai vecchi stucchi, si è passato all'individuazione della deformazione sul fronte tramite sottili spilli entomologici che marcano l'andamento del taglio e del sollevamento.
Lavorando sul retro del dipinto, è stata inumidita la zona individuata dagli spilli con iniezioni di acqua calda e qualche goccia di essenza di spigo, nel caso la pellicola pittorica fosse molto rigida. Per ottenere dei piani localizzati di appoggio, sono state utilizzate delle lastrine di ferro zincate in abbinamento con dei magneti, operando così su una base rigida, sulla quale è stato possibile recuperare la planarità originale con l'azione del termocauterio.
Successivamente è stata iniettata dal retro della colla di storione calda, stirando sul fronte con termocauterio e ponendo il tutto sotto pressione, sempre con l'utilizzo delle lastrine zincate e dei magneti. Sul fronte dei dipinti l'intervento è stato completato con la saldatura puntuale dei margini perimetrali dei sollevamenti, eseguita con una mistura di colla di storione al 20% e colla d'amido al 13% in proporzioni 1:1. In questo modo è stato possibile intervenire anche su piccoli distacchi localizzati tra le due tele. L'utilizzo di collanti acquosi trova la sua ragione di utilizzo nell'azione combinata svolta dal veicolo acquoso e dalla temperatura, che agiscono sia sulle fibre tessili, sia sulla colla a base di gelatina presente negli strati del dipinto.

Introduzione

Questo nostro intervento vuole raccontare un modo di procedere che non impone schemi rigidi e prestabiliti all'intervento di restauro, ma che al contrario privilegia la flessibilità e la capacità di adattamento delle tecniche e dell'esperienza dell'operatore alla risoluzione delle problematiche conservative che l'opera pone in maniera sempre diversa. In particolare è presa in considerazione una tipologia di dipinti su tela ben precisa: i dipinti foderati a colla pasta.
Nelle chiese bergamasche la quasi totalità dei dipinti e delle pale d'altare ha subito questo intervento di restauro, intervento considerato "conservativo" e "indispensabile" per eccellenza fino a pochi decenni orsono e che ora una visione più critica e più attenta delle conseguenze delle azioni intraprese sulla materia costitutiva delle opere d'arte ce lo mostra sotto una luce diversa. Non più fase obbligata di una catena prestabilita di operazioni ripetute sempre uguali in un immaginario ciclo di produzione del restauro, ma intervento da attuarsi solo quando e come sia reso necessario dallo stato di conservazione dell'opera.
Questi dipinti mostrano tutti invariabilmente i danni provocati da questa pratica, danni per altro tutti ampiamente descritti in letteratura, e che vanno dall'impressione della tela da rifodero sulla superficie dipinta, all'appiattimento delle stesure pittoriche, ai danni da calore, per citarne alcuni, fino all'impressione generale di trovarsi ormai di fronte a qualcosa di diverso dal dipinto originale.
Dall'osservazione dei dipinti foderati ormai più di cento anni fa, bisogna però dire che la foderatura un risultato lo ha raggiunto. Queste opere hanno tuttora un supporto rigido, mantengono una buona adesione tra le due tele, risultano essere stabili nel tensionamento e raramente presentano problemi di decoesione a livello degli strati colore-preparazione. Presentano invece spesso problemi di adesione nell'interfaccia dipinto originale-telo di rifodero.
Nel dipinto in esame, sono evidenti proprio questi difetti di adesione, che qui hanno l'aspetto di grinzature che si potrebbero meglio definire "sollevamenti a crestina" o "sollevamenti a tenda" per prendere in prestito una definizione propria dei dipinti su tavola. Infatti questa tipologia di degrado, che interessa la divisione degli strati, è molto simile al corrispettivo su tavola, avendo anche qui un supporto rigido, costituito da tela da rifodero e colla pasta, e un cedimento dell'adesione dello strato sovrastante il supporto rigido, ovvero il dipinto originale nel suo complesso, pertanto composto da tela – preparazione – colore – vernice.
In questo caso le linee dei sollevamenti seguono direzioni ben precise, dettate da due diverse cause. La prima di queste cause è da ricercarsi nelle linee di giunzione sia di inserti tessili posti a colmare lacune del supporto, sia di tagli già presenti prima della foderatura. In passato non si usava particolare attenzione alla saldatura dei fili tra i margini dell'inserto e i margini della tela originale, come non si curava troppo neppure la forma dell'inserto tessile che spesso non era coincidente con la lacuna, pertanto veniva lasciata allo stucco steso in maniera abbondante la funzione di riempimento degli spazi residui. Pertanto i fili di trama e ordito lungo i margini dei tagli e degli inserti, non più vincolati nel sistema di forze generate dalla tessitura, tendono con il tempo a staccarsi dal supporto, creando questi sollevamenti.
Un buon numero dei sollevamenti presenti, è stato invece causato proprio dalla foderatura. Il dipinto era sicuramente sensibile all'umidità e di questo il foderatore non ha tenuto conto. Infatti durante l'applicazione della colla pasta, si devono essere formate delle grinze, causate dalla dilatazione del supporto cellulosico, alcune di leggera entità che furono semplicemente appianate manualmente, altre più accentuate che portarono alla perdita di parte della pellicola pittorica lungo il solco e che furono successivamente stuccate per riappianare la superficie, altre ancora dove la dilatazione del supporto tessile è stata più estesa e dove il tessuto in eccesso è rimasto ripiegato all'interno del solco, schiacciato dal ferro da stiro e con una perdita maggiore di pellicola pittorica. Tutte le grinze comunque si sono accentuate nel tempo, lasciato il loro segno sul dipinto.

La foderatura in generale svolge ancora la sua funzione di sostegno, il telo di rifodero è perfettamente adeso alla tela originale ed oppone notevole resistenza allo strappo. Non si rilevano altre espressioni di degrado che possano essere lette come evoluzione nel tempo di danni indotti da questo vecchio intervento di foderatura e che possano pregiudicare la conservazione dell'opera.
In questa fase di analisi dello stato di conservazione del dipinto è stata considerata e valutata l'operazione di rimozione del supporto ausiliario. Sicuramente tale intervento avrebbe riportato il dipinto ad una condizione che possiamo definire più "naturale" gratificandoci al contempo per aver saputo rimediare agli errori del passato. Purtroppo gli errori del passato, ossia i danni creati dalla foderatura sono ormai indelebilmenti impressi sulla superficie del dipinto e come tali fanno ormai parte integrante della nostra visione dell'opera. Le operazioni di sfoderatura, con l'apporto di umidità e calore per la rimozione del telo e dei residui di colla pasta dal retro del dipinto sono state considerate eccessivamente invasive per un'opera che in passato aveva sofferto proprio a causa di questi fattori.
Altro aspetto considerato è stato l'incognita sulle condizioni del lato del supporto originale a contatto con la fodera. Sappiamo per esperienza che il tessuto di lino, proprio per l'ambiente acido creato dai componenti dell'adesivo, si conserva bene sotto una foderatura a colla pasta, ma era pratica propria di questa procedura, intervenire meccanicamente sulla tela, carteggiandola e raschiandola per migliorare l'adesione al nuovo supporto tessile, come pure tagliare e assottigliare le cuciture originali per minimizzarne l'impatto sulla superficie pittorica. Pertanto le condizioni del supporto tessile potevano essere pessime e nel migliore dei casi rendersi necessario l'applicazione di un consolidante per la tela.
Per ultimo la presenza dei numerosi tagli e inserti rendeva obbligatoria l'applicazione sul retro di sistemi di sostegno alle saldature di testa anche se ora i reticoli di filo possono svolgere in maniera poco invasiva questa funzione.
Dall'analisi di questi dati è emerso che si poteva intervenire solo sulle grinzature e sugli inserti, senza sconvolgere radicalmente un equilibrio ormai consolidato da decenni. Si è deciso pertanto di mantenere il dipinto nella sua condizione attuale e di intervenire solo localmente, riadagiando i sollevamenti e mantenendo l'antica foderatura, allungando così quello che fu definito da Prescott il "ciclo di foderatura", ma principalmente evitando operazioni estremamente traumatiche quali la rimozione del supporto ausiliario e dei residui di colla pasta.

Intervento

Dopo la fase di pulitura generale del dipinto, l'intervento si è localizzato nella zona interessata dai sollevamenti. Quelli caratterizzati da linee di frattura evidenti e dai margini disgiunti erano stati abbondantemente stuccati, e, pertanto, come primo intervento i bordi sono stati ripuliti dal vecchio stucco e sono stati rimossi gli inserti tessili inadeguati.
I margini perimetrali di tela originale sono stati così messi in evidenza, dopo un'accurata pulizia da residui sia di stucco, sia di colla pasta. Successivamente sono stati consolidati con un'iniezione di colla di storione calda, opportunamente diluita e fatta penetrare negli spazi vuoti tra le due tele, stirando la zona con termocauterio a temperatura moderata e lasciando asciugare sotto peso.
Questa tipologia di degrado è presente specialmente lungo il perimetro, dove le numerose lacune del supporto tessile erano state risarcite con inserti posizionati durante le operazioni di foderatura. Questi inserti hanno la caratteristica di essere stati ritagliati da altri dipinti, e perciò si presentano completi di strati preparatori e pittorici. Alcuni inserti antichi sono stati rimossi e sostituiti, altri conservati. In entrambi i casi si è agito come descritto, migliorando l'adesione tra l'interfaccia supporto ausiliario - supporto originale. É stata prestata particolare attenzione alla saldatura dei margini dell'inserto con i margini della tela, usando come adesivo sempre la colla di storione, ma in combinazione con la colla d'amido (colla di storione al 20% e colla d'amido al 13% in proporzione 1:1 (Leonida, 1931)).



Figura 2-3-4-5. Fasi dell'intervento

Durante tutte le fasi successive di intervento il dipinto è stato tenuto in posizione verticale, in modo da intervenire contemporaneamente sul fronte e sul retro del dipinto, e la tela non è stata svincolata dal suo telaio, perchè le condizioni generali del dipinto rendevano superflua questa operazione.
Un altro accorgimento importante che è stato adottato è quello di lavorare al buio con solo una fonte luminosa radente al dipinto, in modo da evidenziare i numerosi sollevamenti e permettere il controllo dei risultati raggiunti.

Diverso il caso dei sollevamenti che non presentavano linee nette di frattura, ma solo piccole perdite di pigmento/preparazione lungo la sommità. In questo caso si notava che la superficie del supporto ausiliario, indeformato, era minore della porzione di supporto originale/pellicola pittorica sollevata, pertanto il sollevamento non poteva essere rimesso al suo posto senza provocare schiacciamenti e sovrapposizioni. Come prima operazione è quindi stato necessario ingrandire la zona d'appoggio, agendo tramite l'umidità sulla fibra tessile e sull'adesivo per ottenere un ammorbidimento e una distensione.
Per fare questo si è reso necessario individuare la deformazione sul retro del dipinto e a tale scopo sono stati usati dei sottili spilli entomologici. Questi sono stati infilati nelle piccole cadute di colore o nelle linee di cretto presenti sulla deformazione e, uscendo dal retro del dipinto, hanno reso possibile individuare l'esatto andamento della zona da trattare. Sempre sul retro, la zona interessata è stata più volte inumidita utilizzando una penna ad acqua caricata con acqua demineralizzata calda a cui sono state aggiunte poche gocce di essenza di spigo. L'acqua e il calore hanno agito sia sulle fibre tessili, sia sulla colla di gelatina presente nei vari strati, mentre l'essenza di spigo ha svolto la medesima funzione svolta dal Diacetone alcool sulle pellicole pittoriche ma ammorbidendola in maniera meno aggressiva.
Contestualmente sul fronte del dipinto è stata controllata la capacità di ridistensione degli strati sollevati, togliendo gli spilli e sistemando sul retro una piastra metallica di appoggio, ancorata con magneti sul fronte (Rella Saccani, 2006), e provando a riappianare le grinze con la semplice pressione del termocauterio.



Figura 6



Figura 7



Figura 8 Utilizzo degli spilli entomologici per individuare la deformazione sul retro del dipinto

In questo dipinto l'azione di ammorbidimento e riadesione è stata quasi immediata, diversamente può essere utile coprire la zona trattata con melinex per aumentare l'umidificazione, contrastando così l'evaporazione, o ire invece sul calore, scaldando la zona con un phon tenuto a debita distanza, sempre agendo sul retro del dipinto.



Figura 9 Porzione del dipinto prima della pulitura



Figura 10. Ingrandimento della porzione evidenziata dopo la pulitura



Figura 11. Ingrandimento della porzione evidenziata dopo l'appianamento



Figura 12. Stessa porzione a ingrandimento maggiore



Figura 13. Ingrandimento della porzione evidenziata dopo la stuccatura

Al fine di stabilizzare il risultato ottenuto, è stata inietta, sempre dal retro e lungo la linea individuata, della colla di storione calda in diluizione tale da poter essere iniettata. Nel caso questa non veicolasse in maniera adeguata all'interno degli strati, la zona può essere trattata prima con alcool etilico. Riposizionando la lastrina metallica e i magneti di ancoraggio per creare un piano d'appoggio, sul fronte è stato passato ripetutamente il termocauterio a una temperatura moderata fino ad evaporazione della colla. In fine, la zona trattata è stata lasciata sotto peso, spostando la lastrina metallica sul fronte del dipinto, interponendo un cuscinetto di carta giapponese, per non lasciare la lastra metallica a diretto contatto con la superficie del dipinto, e posizionando le calamite proprio in corrispondenza della deformazione.
In conclusione, è stata ritrovata la planarità dell'opera, operando localmente solo dove la perdita di adesione aveva generato la deformazione. Non è possibile definire la durata temporale di questo intervento, né tanto meno considerarlo risolutivo, infatti all'epoca della foderatura, circa ottanta anni fa, queste stesse deformazioni furono appianate dal restauratore, ma sono puntualmente riemerse a distanza di tempo, comportandosi come linee di debolezza dell'intero sistema.
Possiamo invece considerarlo nell'ottica della ritrattabilità, ossia della possibilità di poter nuovamente intervenire all'interno di un procedimento di restauro già concluso, con materiali e metodologie che non pregiudichino un successivo intervento. Sicuramente il considerare posivo il risultato di poter ritrattare un'opera è un ridimensionamento rispetto al concetto di reversibilità o di rimovibilità , ma ne è anche il superamento.

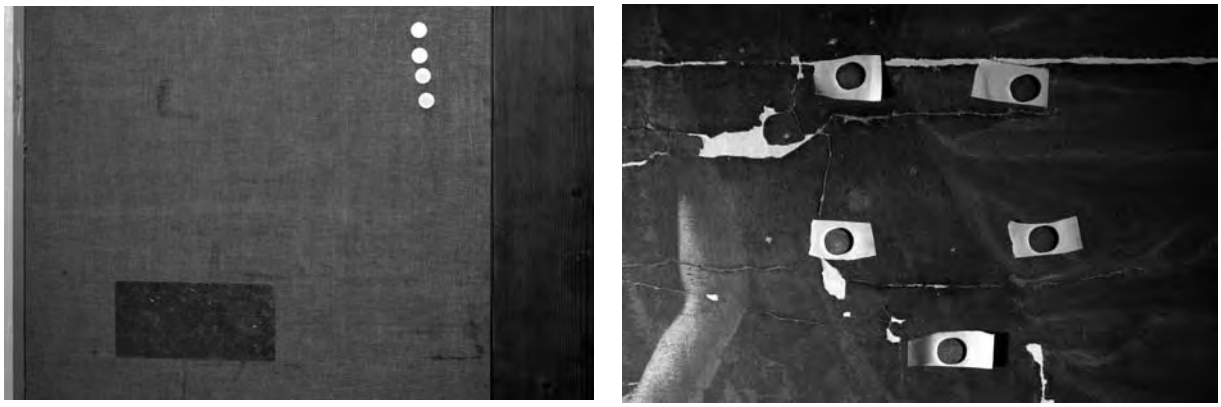


Figura 14-15. Magneti e piastrina metallica usati durante le fasi di lavorazione

NOTE

Collaboratrice: Manuela Carrozza

BIBLIOGRAFIA

1. Mehra Vishwa Ray, *"Foderatura a freddo"*, Nardini, Firenze, 2004.
2. Leonida Valerio, "*Nuovo ricettario industriale"*, Hoepli, Milano, 1931.
3. Rella Luigi, Lucia Saccani, "Un restauro ragionato. La crocifissione di Stephan Kesser", in "Quaderni Cesmar 7", n. 3, Il Prato, Padova, 2006.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Soprintendenza per il patrimonio storico artistico e etnoantropologico di Brera nella persona della dott.ssa Emanuela Daffra.

PALAZZO REALE DI TORINO: I TESSILI D'ARREDO. DALLA MANUTENZIONE AL RESTAURO

Cinzia Oliva

Restauratrice di tessuti antichi, Corso Casale 272, 10132 Torino, 011/8125020, oliva.c@libero.it

Introduzione

La riapertura al pubblico delle sale del secondo piano di Palazzo Reale di Torino è stata l'occasione per affrontare in modo sistematico e su un campione di manufatti molto ampio, non solo per tipologia ma anche per problematiche di conservazione e di intervento, la problematica degli arredi tessili all'interno delle residenze [1].
Gli arredi delle sale erano stati rimossi e spostati all'interno dei locali del Palazzo, in occasione dell'allestimento della grande mostra sul Barocco, svoltasi a Torino nel 1963.
Dipinti, mobili, arazzi, divani e poltrone e tutto quanto faceva parte dell'arredo delle stanze erano stati collocati, in modo "provvisorio" nelle stanze del terzo piano, nelle cantine, ecc. talvolta perdendone traccia e memoria.
Agli inizi degli anni Sessanta, la sensibilità e l'attenzione per i tessuti storici in Italia era pressoché sconosciuta: gli studi specialistici del settore cominceranno solo nel decennio successivo e non esistevano, al tempo, scuole di restauro specializzate nel recupero e nella conservazione dei tessili antichi.
Sono anni in cui le tappezzerie antiche, al tempo già degradate e in precarie condizioni, vengono smontate, quando non "strappate", dalle pareti e sostituite con tessuti nuovi, ad imitazione di quelli originali, ma realizzati spesso con materiali e tecnologie scadenti, che si sono a loro volta degradati velocemente in questi decenni, dando luogo ad ulteriori problemi di conservazione.
Con i medesimi tessuti venivano sostituiti anche i rivestimenti di divani e poltrone, talvolta applicandoli al di sopra di quelli originali, più spesso rimuovendoli, perdendo così ogni traccia del passato.
Con la stessa mancanza di attenzione e incapacità di valorizzazione vengono smontati e immagazzinati i ricchi apparati tessili che decoravano le sale di palazzi e residenze: questi apparati erano costituiti da interi "set" che comprendevano non solo i rivestimenti parietali, ma anche gli arredi che decoravano le finestre e tutte le porte di passaggio, e quelli che vengono definiti come arredi "soffici", cioè i rivestimenti di divani, poltrone, sedie, sgabelli e dei monumentali letti a baldacchino [2].

Progettazione dell'intervento

Il lungo lavoro di studio e indagine effettuato sui documenti d'archivio, sugli inventari del palazzo e le ripetute ispezioni nei depositi hanno permesso il ritrovamento e la ricollocazione di gran parte degli arredi originali nelle loro stanze di provenienza: tuttavia, le condizioni di questi manufatti erano molto diverse fra loro, non solo per il loro stato di conservazione ma anche per le trasformazioni e manomissioni a cui erano stati sottoposti nel corso degli anni.

Lo spostamento e l'immagazzinaggio di questi manufatti in luoghi non sempre idonei, senza alcuna protezione da polvere, agenti inquinanti e dall'azione della luce hanno fatto sì che arredi della medesima stanza presentassero ora intensità di colore molto diverse fra loro, ponendo così un ulteriore problema di non facile soluzione per quanto riguardava la loro ricollocazione.
Tale collocazione aveva inoltre accelerato in modo determinante il degrado chimico-fisico delle fibre e indebolito la generale tenuta meccanica dei tessuti.
Alcuni arredi presentavano i loro rivestimenti originali, altri tessuti antichi di riutilizzo (cioè non pertinenti all'arredo, e talvolta anche precedenti come datazione), altri erano stati smontati e rivestiti con tessuti recenti.
Lo stato di conservazione dei manufatti si presentava molto diversificato: variava da depositi superficiali di polvere a depositi organici solidificati e "cementati" alle fibre, da rivestimenti dove le trame broccate erano sollevate e staccate dal fondo a vere e proprie lacerazioni, con lacune anche importanti che lasciavano scoperta l'imbottitura.
Una gran parte dei manufatti presentava deformazioni e un degrado visibile dei materiali delle imbottiture (crini animali e vegetali, teli di lino e/o canapa di copertura macchiati e lacerati, cinghie di tensionamento spezzate o allentate, ecc.), il cui risultato era quello di alterare la percezione corretta della forma e di non costituire più un adeguato supporto ai tessuti di rivestimento.
E va segnalato che non sempre i tessuti più recenti erano quelli in migliori condizioni!

La progettazione dell'intervento ha dovuto tenere conto della seguente serie di elementi, diversi fra loro e talvolta in contraddizione, ma tra i quali era indispensabile trovare un compromesso :

• Ricollocazione
Gli arredi andavano ricollocati nelle loro sale di provenienza, secondo una tendenza diffusa negli ultimi anni in cui gli ambienti storici vengono presentati "come se fossero ancora abitati". La fruizione dei manufatti sarebbe quindi avvenuta in un contesto " di residenza" e non di museo.
Era importante che l'intervento recuperasse il più possibile l'integrità dell'oggetto, sia dal punto di vista estetico che di quello funzionale, in modo che ciascun manufatto comunicasse al visitatore il messaggio per cui era stato progettato: un oggetto di lusso, facente parte di un complesso apparato decorativo che includeva i mobili, gli arazzi, i tappeti, gli affreschi e le dorature della sala a cui apparteneva.

• Polvere
I manufatti sarebbero stati esposti lungo il percorso di visita, talvolta proprio accanto alla passatoia, senza alcuna protezione fisica (vetrine, schermi in vetro o perspex, ecc) ad eccezione dei cordoni, in alcune sale di piccole dimensioni. Questo imponeva una ulteriore riflessione sul futuro di questi arredi e sulle inevitabili operazioni di manutenzione che questo tipo di esposizione richiedeva.
Recenti studi condotti sulle residenze storiche del National Trust [3], pubblicati in Gran Bretagna [4], hanno identificato nella polvere e nella sua "gestione" una delle voci più alte nel bilancio economico delle residenze. Le operazioni di spolveratura dei manufatti storici, ed in particolare dei tessuti, richiedono manodopera specializzata e una grande quantità di tempo, a causa dell'estrema fragilità del materiale.
La polvere altera in modo percettibile la visione e la lettura degli oggetti: nasconde i dettagli, opacizza le superfici brillanti, quali le dorature, e comunica ai visitatori un senso di "negligenza" e abbandono [5].
Inoltre, la presenza della polvere sulle fibre produce fenomeni di micro-abrasione, che col tempo possono portare alla rottura e lacerazione dei filati e, in caso di rilevanti variazioni della temperatura relativa, creare veri e propri depositi cementati alle fibre, non più rimuovibili solo con operazioni meccaniche a secco.
L'intervento doveva quindi prevedere una protezione dei rivestimenti e un tipo di consolidamento che agevolasse le successive operazioni di manutenzione, mettendo in sicurezza i manufatti e creando una barriera alla polvere.

• Integrità dei manufatti
Studi recenti [5] sul restauro degli arredi lignei imbottiti hanno rilevato che gran parte degli arredi sono stati sottoposti, in passato, a interventi di manutenzione e/o restauro (questo anche in ragione del fatto che gli oggetti sono stati utilizzati fino a tempi recenti, sia che provengano da residenze o, ancora di più, dal mercato antiquario), riducendo così in modo significativo il numero degli oggetti rimasti parzialmente intatti o del tutto originali.
La tendenza degli interventi recenti è quindi quella di ridurre al massimo tutte le operazioni di smontaggio e di evitare, dove possibile, la sostituzione dei tessuti originali.
La priorità di preservare tutte le informazioni tecnico-storiche e di conservare il più possibile i materiali originali, e per materiali si intendono non solo i tessuti di rivestimento ma anche e soprattutto i materiali utilizzati per le imbottiture (crini vegetali e animali, tele di lino e canapa di contenimento, cinghie di tensionamento, molle metalliche, ecc) è stata fondamentale nella scelta delle metodologie di intervento.

• Integrazione con gli altri interventi di restauro.
Come intuibile, le operazioni di manutenzione e restauro sono state condotte non solo sui tessuti ma anche sulle strutture lignee, in gran parte intagliate e dorate ad eccezione di alcuni apparati dipinti e laccati e sulle parti imbottite.
Si è rivelata indispensabile e fondamentale una stretta collaborazione fra le diverse figure professionali e la Direzione dei Lavori, agevolata dal fatto che gran parte degli interventi sono stati eseguiti nei locali del Palazzo, in modo da procedere con interventi dai risultati simili sia sul legno che sul tessuto che sulle imbottiture.

• Costo economico
Last but not least, andava valutato con attenzione anche l'impatto economico degli interventi.
La grande quantità di manufatti e la complessità delle operazioni di riallestimento, che coinvolgevano quindi tutti i settori delle arti decorative, ha imposto una attenta valutazione delle risorse, anche in relazione ai tempi di lavoro.

Operazioni eseguite
In base alle considerazioni di cui sopra, si è deciso di applicare tre metodologie differenti:

interventi di manutenzione ordinaria
interventi di manutenzione conservativa
interventi di restauro

Interventi di manutenzione ordinaria

Stanza	Oggetti	Tessuto di rivestimento
A. Camera da Letto del Duca di Savoia	23 pezzi	Damasco in seta grigio-azzurro (sec. XIX) e lampasso operato (sec. XVIII) – strutture non rimuovibili
B. Camera da Letto della Duchessa d'Aosta	28 pezzi	Damasco rigato in seta gialla, oro e verde (sec. XX) – strutture rimuovibili
C. Camera di Udienza della Duchessa d'Aosta	14 pezzi	Tessuto operato in seta e cotone rosa – strutture parzialmente rimuovibili
D. Sala di Parata della Duchessa d'Aosta	12 pezzi	Damasco in seta cremisi (sec. XIX) – strutture rimuovibili
E. Seconda Anticamera	11 pezzi	Lampasso operato in seta cremisi e avorio (sec. XX) – strutture rimuovibili
F. Terza Anticamera	12 pezzi	Damasco in seta cremisi di due tipi (sec. XVIII e sec. XIX) – strutture parzialmente rimuovibili
G. Sala Blu	30 pezzi	Damasco bicolore in seta avorio e blu – strutture rimuovibili

I manufatti si presentavano sporchi e molto impolverati, con depositi organici di varia natura sulle fibre e una patina generale di polvere che oscurava i tessuti e ne impediva una corretta lettura.
Dal punto di vista meccanico, i manufatti presentavano una discreta tenuta generale, con piccole lisature e sollevamenti dei filati, soprattutto nelle parti sottoposte a maggiore stress meccanico.
Erano comunque presenti situazioni più compromesse, come le stanze A., F. e G. dove i tessuti presentavano lisature, lacerazioni e lacune diffuse, da cui fuoriuscivano le imbottiture originali.
Operazioni eseguite
Dove possibile, sedili e schienali sono stati rimossi dalla struttura dell'arredo.
Si è quindi proceduto con una pulitura meccanica con aspiratore a potenza variabile e supporti interinali di tulle in nylon; spesso, la tenacia dei depositi e la consistenza della pellicola di polvere ha costretto a rimuovere i depositi organici meccanicamente con spatole metalliche e a procedere con le puliture senza la protezione del tulle ma con l'ausilio di pennelli di diversa morbidezza per riuscire a liberare le fibre dalla polvere.
Le sezioni lacerate o lacunose sono state integrate con inserti locali, inseriti attraverso le lacerazioni senza smontare alcuna parte del tessuto o eseguire alcun tipo di fermatura a cucito, per evitare il fastidioso effetto di "trapuntatura" che si ottiene inevitabilmente fissando un supporto attraverso una superficie imbottita.
Come supporti sono stati utilizzati tessuti in cotone, tinti nel colore adeguato [6] (mussole o popeline, a seconda del tipo di lacuna da integrare) risultati più idonei della seta, che risultava essere troppo brillante rispetto al degrado avanzato del tessuto originale.
Le imbottiture e le forme di sedili e schienali sono state corrette con piccoli inserti di Ethafoam sagomato e/o ovatta di poliestere, inseriti al di sotto della struttura senza procedere con alcun smontaggio, spesso fissati da fettucce di cotone.
Sedili, schienali e braccioli sono poi stati ulteriormente protetti da una rete in tulle di nylon, tinto nel colore adeguato e applicato sulla superficie leggermente tensionato; nel caso delle strutture rimuovibili, il tulle è stato fissato sul rovescio della struttura in legno con una serie di punti metallici, inseriti attraverso una fettuccia di cotone che protegge contemporaneamente il tulle da eventuali strappi e il legno dal contatto col metallo.
Questa scelta è determinata dall'esigenza di limitare al massimo lo stress meccanico per il legno (una chiodatura tradizionale risulterebbe certo più traumatica) e di agevolare le operazioni di un'eventuale rimozione o sostituzione del materiale in futuro.
Nel caso della stanza A., dove i tessuti erano stati smontati da altri arredi e rimontati sugli attuali in epoca imprecisata (alcuni sgabelli presentano ancora il tessuto originale settecentesco), fissandoli direttamente alla struttura, è stato necessario procedere con la cucitura del tulle.
Questo è stato fermato lungo il perimetro del tessuto di rivestimento con un ago curvo, e poi rifilato; l'operazione si è rivelata lunga e piuttosto laboriosa, anche perchè il tessuto era fragile e lacerato e il fissaggio del tulle risulta essere, col tempo, una ulteriore ragione di stress meccanico.

Interventi di manutenzione conservativa

Stanza	Oggetti	Tessuto di rivestimento
A. Sala di Udienza del Duca d'Aosta	15 pezzi	Damasco in seta cremisi (sec. XVIII) – strutture rimuovibili
B. Sala Rossa	8 pezzi	Lampasso operato in seta cremisi. Gialla e avorio (sec. XIX) – strutture rimuovibili



Figura 1 – Divano Sala Rossa prima del restauro

I manufatti presentavano un degrado avanzato, sia dal punto di vista chimico (per la presenza sulle fibre di depositi organici di varia natura, non rimuovibili con la sola spolveratura) che meccanico (con perdita totale di elasticità e tenuta).
Lo stato di conservazione degli arredi di queste due stanze presentava sostanziali differenze, che andremo ad esaminare, ma in entrambi i casi il semplice intervento di manutenzione ordinaria non era in grado di fermare il processo di degrado dei materiali e allo stesso tempo di renderli leggibili e presentabili per l'esposizione.
Nella stanza A. (Sala d'Udienza del Duca d'Aosta) gli arredi presentavano una situazione fortemente compromessa sia dal punto di vista fisico che chimico.
La superficie dei tessuti, in particolare di quelli piani come i sedili, erano ricoperti da una spessa e consistente pellicola di polvere, che col variare dell'umidità relativa, aveva creato depositi che si erano cementati con le fibre; erano presenti gore di umidità, depositi solidificati di cera, depositi organici di vario genere.
Dal punto di vista meccanico, erano presenti lacerazioni e lacune di una certa entità, soprattutto sui sedili, che avevano deformato i tessuti e da cui fuoriusciva parte delle imbottiture in crine (a sua volta si erano lacerate anche le tele di contenimento).
Nella stanza B. (Sala Rossa) il problema più serio da affrontare era il degrado della seta di rivestimento.
I tessuti, a causa di una prolungata esposizione alla luce e dell'eccessivo stress meccanico dato dalla tensione e dall'uso che dei manufatti era stato fatto in passato, avevano perduto ogni elasticità e tenuta meccanica: i filati in seta erano spezzati e slegati dal fondo, rendendo difficile anche la lettura del modulo decorativo, e negli angoli erano presenti grandi lacune sfilacciate ai margini.



Figura 2 – Particolare delle lacerazioni

Inoltre, l'invecchiamento e il degrado del materiale di imbottitura aveva alterato dimensioni e forme originali dei divani, e non costituendo più un adeguato supporto ai tessuti, ne aveva in parte accelerato il degrado.

Operazioni eseguite
Stanza A. (Sala d'Udienza del Duca d'Aosta)
Dopo un primo tentativo di pulitura per aspirazione, è apparso subito chiaro che la rimozione dei depositi sui sedili richiedeva un intervento più radicale, per il quale era indispensabile lo smontaggio dalla struttura.
Poiché gli schienali, esposti verticalmente, presentavano uno stato di conservazione migliore, nel tentativo di conservare il più possibile i dati originali dell'assemblaggio, si è deciso di procedere esclusivamente con lo smontaggio dei sedili dalla struttura, che peraltro ha rivelato le tracce di una precedente chiodatura.
I sedili sono stati quindi puliti meccanicamente per aspirazione su entrambi i lati, sono stati eseguiti i test di stabilità dei colori e si è proceduto con il lavaggio in acqua deionizzata [7].

Il lavaggio, eseguito in piano e seguito da un'asciugatura a piatto mediante "spillatura" (su supporto rigido e con spilli entomologici) ha consentito di rimuovere completamente i depositi dalla superficie, di attenuare le gore di umidità e riallineare le fibre, recuperando le deformazioni date dalla struttura e dalle lacerazioni slabbrate.
Per ridurre i costi ed i tempi di lavoro e per consentire, in futuro, un restauro vero e proprio dei tessuti si è proceduto al consolidamento dei sedili con una tecnica "a sovrapposizione" di supporti.
In pratica, sulla struttura del sedile è stato adagiato uno strato di ovatta in poliestere, sagomato nella forma adeguata ad integrare le sezioni degradate, quindi una tela di cotone rosso e uno strato di organza di seta (dopo molti tentativi, la combinazione dei due materiali e dei due colori, leggermente diversi per tonalità, è risultata essere la soluzione ideale per integrare le zone lacunose): al di sopra è stato posizionato il nostro damasco di seta, fissato da uno strato di tulle di nylon, tinto nel colore adeguato, e fissato lungo il perimetro inferiore da punti metallici protetti da una fettuccia di cotone. In questo modo i tessuti sono stati consolidati senza applicare nessun punto di cucito e senza aggiungere alcuna tensione meccanica estranea, sono stati ricollocati nella loro posizione e l'intervento risulta essere completamente reversibile, nel momento in cui si deciderà di operare anche sugli schienali.
Questi sono stati puliti con aspiratore a potenza variabile e supporti interinali di tulle in nylon.
Le sezioni lacerate o lacunose sono state integrate con inserti locali in taffetas di seta cremisi, inseriti attraverso le lacerazioni e quindi protetti da tulle in nylon, cucito lungo il perimetro di fronte e retro, poiché il damasco era presente su entrambi i lati dello schienale.

Stanza B. (Sala Rossa).
I tessuti dei quattro divani sono stati smontati e rimossi dalla struttura.
Il degrado del materiale di rivestimento di questa stanza era così avanzato da non consentire alcun tipo di pulitura ad eccezione di quella meccanica per aspirazione, eseguita con un basso potere aspirante ed un supporto interinale di tulle fissato ad un telaio.
Un tappezziere professionista è intervenuto sulle strutture: le cinghie di tensionamento originali, ormai degradate e non più in grado di assolvere alla loro funzione, sono state lasciate in loco, ma accanto sono state inserite nuove cinghie (facilmente riconoscibili anche perché fermate da punti metallici e non da chiodi) che reggono il peso della struttura. L'imbottitura in ovatta di cotone, probabilmente inserita in un intervento degli anni Sessanta, è stata rimossa, integrando le lacune con ovatta di poliestere.
I tessuti sono stati quindi ricollocati con la medesima tecnica "a sovrapposizione", utilizzando come base una mussola di cotone; in questo caso, date la grandi dimensioni dei divani, il tulle è stato anche fermato a cucito lungo le due cuciture centrali (sia degli schienali che dei sedili).



Figura 3 – Divano Sala Rossa dopo il restauro

Interventi di restauro

Per alcuni arredi, il completo degrado del materiale e la perdita di funzione meccanica o di leggibilità precludevano ogni possibilità di un intervento mediato.

E' il caso della "dormeuse" in legno intagliato e laccato rivestita di un lampasso lanciato a fondo in raso di seta blu petrolio e decoro in seta avorio.

I tessuti presentavano uno stato di degrado avanzato, con una spessa patina di polvere e depositi organici di varia natura, presenti sia sui cuscini che sui tessuti di rivestimento. La collocazione in luogo non idoneo aveva accelerato il degrado del materiale proteico, con un indebolimento generale della tenuta meccanica.

Lisature, lacerazioni e lacune erano presenti anche sui tessuti dei laterali e dello schienale, e l'entità delle lacune e la fragilità del materiale non consentivano di procedere con consolidamenti locali.





Figura 4 e 5 – Dormeuse prima del restauro

Operazioni eseguite

In questo caso, è stato necessario procedere con un vero e proprio intervento di restauro.

I tessuti sono stati smontati e rimossi dalla struttura originaria; i tessuti erano tutti inchiodati alla struttura e il perimetro coperto da un gallone in seta operata.

L'invecchiamento della seta e i depositi di colla vegetale, indurita e degradata, avevano indebolito il gallone, rendendone impossibile la collocazione; si è quindi deciso di far ritessere un gallone nuovo, identico all'originale.

I tessuti sono stati puliti meccanicamente per aspirazione su entrambi i lati, sono stati eseguiti i test di stabilità dei colori e si è proceduto con il lavaggio in acqua deionizzata [7].

Il lavaggio, eseguito a piatto e seguito da un'asciugatura a piatto mediante "spillatura" (su supporto rigido e con spilli entomologici) ha consentito di rimuovere completamente i depositi dalla superficie (soprattutto dai tre cuscini), di attenuare le gore di umidità e ripristinare le forme originali.



Figura 6 – Particolare della lacerazione sul laterale da cui fuoriesce l'imbottitura in ovatta

Si è quindi proceduto con un supporto a tecnica mista ad adesione e cucito; i laterali, lo schienale e le parti piane del cuscino più grande sono stati supportati ad adesione su organza di seta, tinta del colore adeguato, e trattata con una pellicola di resina termoplastica [8]. Sono stati quindi consolidati a cucito su mussola di cotone, mediante tecnica del punto posato utilizzando filati in poliestere (facilmente riconoscibili in futuro come filati "estranei" al tessuto originale)[9]. Le sezioni in migliori condizioni sono state consolidate a cucito.

Lungo il perimetro di ciascun pezzo è stato applicata una fettuccia di cotone, per consentire il riposizionamento e l'inchiodatura dei tessuti nella loro collocazione originaria: in questo modo si permette di tendere il materiale e si evita di forare ulteriormente il tessuto originale.

Il tappezziere ha integrato le parti mancanti dell'imbottitura con ovatta di poliestere, mentre le imbottiture originali dei cuscini sono state aspirate, le fodere originali conservate e "coperte" da una tela nuova, in modo ch a contatto con il tessuto restaurato ci fosse un materiale inerte.

I tessuti sono stati riposizionati, fissati con chiodi lungo la fettuccia predisposta e bordati dal nuovo gallone ritessuto appositamente.



NOTE

[1] I lavori, articolati in tre lotti, hanno avuto inizio nel 2006 per terminare nel marzo del 2007, in occasione della riapertura al pubblico delle sale. Sono stati finanziati dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e il Paesaggio del Piemonte, sotto la Direzione ddell'Archietto Daniela Biancolini (Soprintendenza per i Beni Architettonici e il Paesaggio del Piemonte) e della Dott.ssa Paola Astrua (Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico e Etnoantropologico del Piemonte).
[2]cfr. Oliva Cinzia, "Restauro e Rifacimento dei Tessili d'Arredo dei Letti a Baldacchino. I casi del Castello di Issogne e del Castello di Masino" in "Lo Stato dell'Arte", Torino, 2003, pp.162-173
[3] Il National Trust è la maggiore istituzione museale inglese, con 175 residenze completamente arredate, spesso con giardini storici, distribuite sul territorio di Inghilterra, Galles e Irlanda del Nord. Le residenze sono aperte da marzo a novembre, con una media di cinque giorni alla settimana per circa 5-6 ore al giorno.
[4] Lloyd Helen, Brimblecombe Peter, Lithgow Katy, "Economics of Dust", in "Studies in Conservation", Volume 52, Numero 2, 2007, pp-135-145
[5] Brimblecombe Peter, Lithgow Katy, "Dust:The Visitor's Point of View", in Views 39 (2007), pp-47-49
[6] Sono state utilizzate tinture della Ciba-Geigy.
[7] La soluzione è entrata nell'uso con le iniziali della studiosa Judith Hofenk De-Graaf, che ne ha messo a punto la formula presso il Central Research Laboratory for Objects of Art and Science di Amsterdam.
La soluzione contiene:
1 g/l di detergente (Symperonic N)
0,05 g/l di Carbossimetilcellulosa di Sodio
0,5 g/l di tripolifosfati di Sodio
Nel lavaggio dei materiali proteici viene utilizzata una soluzione di lavaggio priva del complesso dei polifosfati, in modo da ottenere una soluzione meno alcalina e a ph neutro.
cfr. J.H .Hofenk-De Graaf, The Constitution of detergents in Connection with the Cleaning of Ancient Textiles, in "Studies in Conservation", vol. XIII, n.3, 1968
e J.H .Hofenk-De Graaf, Washing Solution for General Use, in S. Landi, The Textile Conservator's Manual, London, 1985, pp. 70-71

[8] E' stato utilizzato Appretan MB extra, già nominato Mowilith DMC2, al 23% in acqua deionizzata.
Sul consolidamento per adesione delle sete degradate vedi :
F. Pertegato, Il restauro dei materiali tessili.IV parte: il restauro, in "Notizie CISST", Vol.V-VI, Milano1985;
F. Pertegato, Il trattamento delle sete friabili nei tessili storici di arredo, in Le tappezzerie nelle dimore storiche: studi e metodi di conservazione, atti del convegno, Firenze, 1987, Milano,1987.
L. Hillyer, L. Tinker, P. Singer ,"Evaluating the use of adhesives in textile conservation Part.I: An overview and survey of current use", The Conservator, 21,(1997),pp.37-47
Boris Pretzel, ,"Evaluating the use of adhesives in textile conservation Part.II Tests and Evaluation Matrix", The Conservator, 21,(1997),pp.48-58
[9] Filati di produzione della Gütermann, Skala U 120/1

SESSIONE III

RICERCHE E STUDI APPLICATI

LE MURATURE DEL BAGLIO E DEL PALAZZO FILANGERI CUTÒ DI VILLAFRATI (PA): STUDIO CHIMICO PETROGRAFICO DELLE MALTE

Giovanni Rizzo[*], Laura Ercoli[**], Fabio D'Agostino[***]

[*] Professore Straordinario, Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Processi e dei Materiali, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, tel. 0916567251, rizzo@dicpm.unipa.it
[**] Ricercatore Confermato, Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, tel. 0916568470, ercoli@diseg.unipa.it
[***] Titolare di Assegno di Ricerca, Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Processi e dei Materiali, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, tel. 0916567279, dagostino@dicpm.unipa.it

Abstract

In questo lavoro vengono presentati i risultati delle analisi effettuate su alcuni campioni di materiali lapidei naturali ed artificiali provenienti dal Palazzo Filangeri Cutò di Villafrati, nell'agro a est sud-est di Palermo. Nel suo aspetto odierno è il risultato di una successione di diverse fasi costruttive e di interventi sul preesistente, che hanno portato alla presenza nelle murature di una certa varietà di materiali e di tecniche esecutive. Alcuni interventi di consolidamento delle murature, effettuati nel 1980, non hanno raggiunto i risultati attesi, anzi, in qualche caso, hanno ulteriormente aggravato lo stato di precarietà del manufatto, soprattutto in corrispondenza di parti risanate con iniezioni di malte cementizie. Lo studio parte dalla caratterizzazione dei materiali costitutivi dell'edificio, con particolare attenzione alle malte di rivestimento ancora presenti sulle superfici interne ed esterne e alle malte di allettamento tra gli elementi delle murature che, per la loro tipologia costruttiva, assumono un ruolo significativo nell'assicurare la funzione portante. L'obiettivo è il riconoscimento di prodotti di degrado dei materiali cementizi introdotti nelle murature nel recente passato. Le tecniche analitiche utilizzate sono la microscopia ottica, la diffrattometria dei raggi X, l'analisi termica simultanea e la cromatografia ionica per il riconoscimento e il dosaggio dei sali solubili.
I risultati delle indagini indicano che nell'edificio principale si sono verificate interazioni pericolose tra i materiali originari del manufatto, caratterizzati da una forte presenza di gesso, e quelli introdotti nel corso dell'intervento degli anni '80. In particolare, il cemento utilizzato per le iniezioni consolidanti ha subito dei processi di degrado, evidenziati dalla presenza di ettringite secondaria, formatasi per attacco solfatico degli alluminati di calcio idrati, che ha determinato effetti espansivi sulle malte di allettamento, con conseguenti dissesti delle murature. Sono state caratterizzate anche le malte degli edifici minori del Baglio, fornendo informazioni rilevanti per orientare i progettisti del nuovo intervento di conservazione verso la scelta dei materiali più idonei dal punto di vista della compatibilità con quelli originari.

Introduzione

Il Palazzo Filangeri Cutò di Villafrati fu edificato su iniziativa dei signori Filangeri, conti di Sammarco, che acquistarono il territorio nel 1600 e vi fondarono il villaggio, popolato nel censimento del 1750 da 319 persone [1]. E' costituito da un edificio principale a due elevazioni, destinato a residenza dei proprietari, e da due ali di corpi bassi, che circoscrivono un'ampia corte con una fontana centrale.
La storia costruttiva dell'edificio, complessa ed articolata, si legge nelle poche tracce superstiti delle finiture interne e, soprattutto, nella varietà di materiali e di tecniche esecutive delle strutture portanti, risultanti da una successione di diverse fasi costruttive e di interventi sul preesistente, per adeguarlo a destinazioni d'uso via via meno "nobili" rispetto a quella originaria. Dopo un lungo periodo di abbandono il complesso è stato acquistato dal Comune di Villafrati, che ha avviato un progetto per la fruizione pubblica degli edifici e dell'area inclusa.
Un primo intervento, alla fine degli anni '80, si è limitato alle strutture portanti orizzontali e verticali dell'edificio principale. Purtroppo, in mancanza di un adeguato studio dei materiali costitutivi e delle tecniche costruttive, le operazioni di consolidamento delle murature non hanno raggiunto i risultati attesi, anzi, in qualche caso, hanno ulteriormente aggravato lo stato di precarietà del manufatto, soprattutto in corrispondenza di parti risanate con iniezioni di malte cementizie.
Lo spunto per questo lavoro è stato offerto dalla progettazione, nel 2005, di un nuovo intervento volto a rimediare ai danni prodotti negli anni '80 nell'edificio principale e a recuperare i corpi bassi che chiudono il perimetro del Baglio.

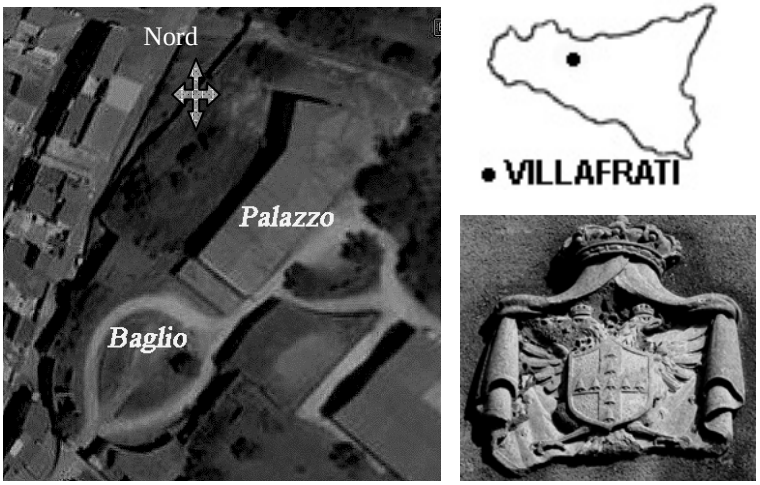
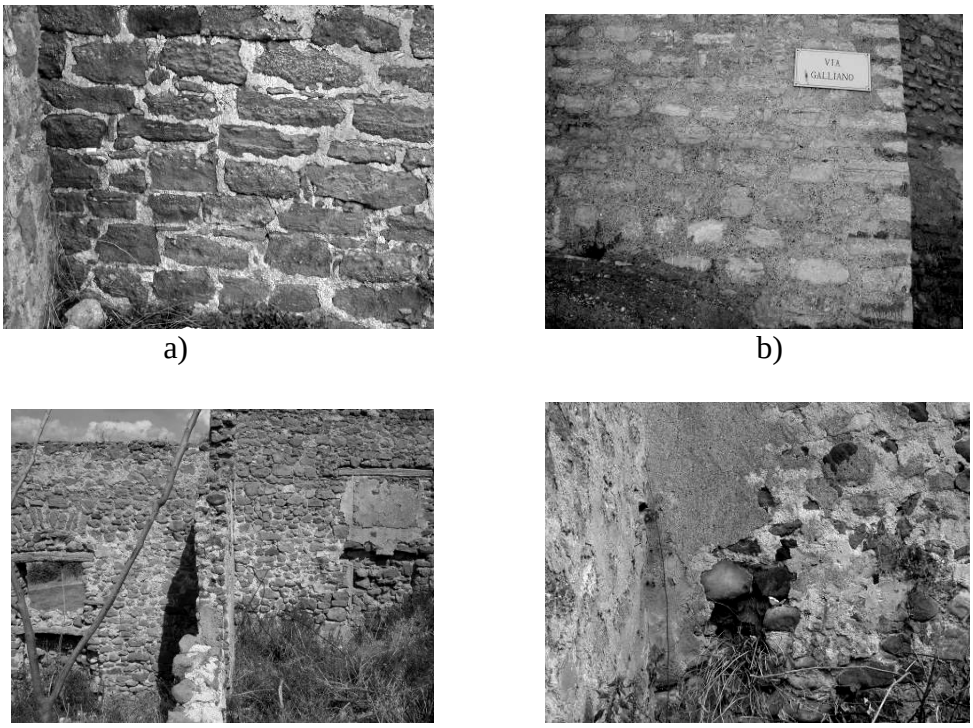


Figura 1. Veduta aerea del Palazzo e stemma del casato sul prospetto principale



a) b)

c) d)

Figura 2. a) e b) Murature a pietra squadrata; c) e d) Murature a pietra informe

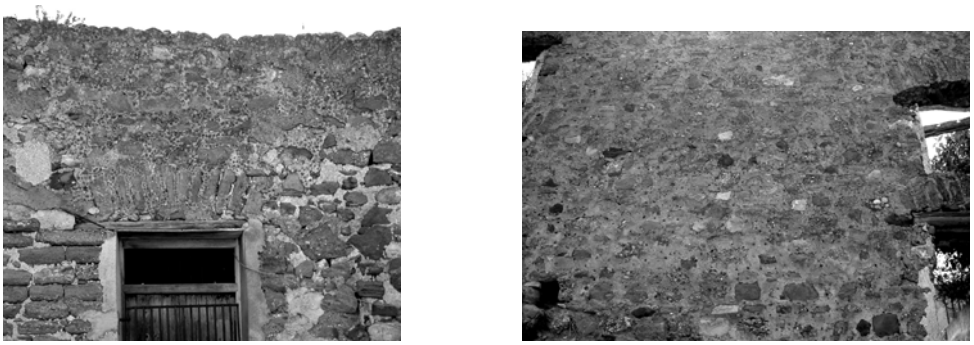


Figura 3. Rivestimento dei prospetti dei corpi bassi con una sorta di Opus Signinum lungo le stilature delle pietre informi

Materiali e campionamento

Si sono riconosciute due tipologie costruttive dei paramenti murari: una muratura ad elementi lapidei squadrati ed una a pietra informe (Fig. 2). Per quanto riguarda i rivestimenti, alcuni prospetti presentano una singolare decorazione tipo "*opus signinum*", ottenuta inserendo nella malta fresca di stilatura delle fughe tra i massi informi alcuni frammenti di laterizio o dei piccoli sassi, distanziati con una certa regolarità (Fig. 3).
Il campionamento è stato effettuato sia sulle murature del Palazzo (campioni PF) sia su quelle degli edifici perimetrali del Baglio (campioni FIL). Sono state prelevate a secco alcune carote, di diametro compreso fra 35 e 15 mm, in diversi punti delle murature portanti dell'edificio e a diversa profondità, fino ad un massimo di circa 35 cm, e in molti casi il carotaggio ha interessato sia malte di allettamento che blocchi di pietra. Altri campioni di malte, sia di allettamento che di rivestimento, sono stati prelevati a scalpello. Nel Palazzo sono stati anche prelevati tre campioni di sali affioranti sulla superficie della muratura.

Tecniche analitiche

Si è proceduto al riconoscimento delle fasi cristalline presenti nei campioni, mediante analisi per diffrattometria dei raggi X (XRD) ed analisi termica simultanea (TGA-DTA). La microscopia ottica in luce trasmessa (MOLT) su sezioni sottili ha permesso di completare la caratterizzazione mineralogico petrografica, anche sotto l'aspetto tessiturale. Alcuni campioni sono stati anche osservati al microscopio ottico in luce riflessa, per evidenziare alcuni aspetti del loro stato di conservazione. Le efflorescenze sono state sottoposte ad analisi per cromatografia ionica, per individuare le specie saline presenti.
L'analisi XRD é stata condotta mediante un diffrattometro a raggi X su polvere macinata in mortaio d'agata. Lo spettro é stato registrato nell'intervallo di angolo 2θ tra 4°- 6° e 60° con una scansione a intervalli di 0,05° e un tempo di acquisizione di 0,5 s, usando una radiazione Cu kα, con condizioni operative dello strumento di 40 kV (tubo), 30 mA (corrente al filamento), 1000cps, T_c=1.
L'analisi dei sali solubili per cromatografia ionica é stata eseguita in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (UNI-NorMaL 13/83). Il campione é stato macinato in mortaio d'agata, essiccato in stufa a 60°C fino a peso costante e portato in soluzione in acqua bidistillata avente conducibilità elettrica specifica pari a 0,2 μS/cm. Il rapporto di dissoluzione in 100 ml di acqua è stato di 100 mg per i campioni PF1 e PF3 e di 10 mg per il campione PF13. L'estrazione è stata effettuata mediante agitazione in contenitore a tenuta stagna per la durata di due ore. La soluzione così ottenuta é stata filtrata con filtro per cromatografia con diametro dei pori di 0,2 μm. La determinazione quantitativa delle specie ioniche è stata eseguita mediante un cromatografo ionico con rivelatore conduttimetrico. I risultati sono stati espressi in termini di percentuale in peso di ciascuna specie ionica nel campione solido.
Le analisi termogravimetrica (TGA) e termodifferenziale (DTA) sono state eseguite mediante un analizzatore termico simultaneo Netzch, con velocità di riscaldamento in aria di 10°C al minuto.
L'osservazione delle malte in microscopia ottica è stata effettuata seguendo lo schema indicato dalla Raccomandazione NorMaL 12/83. Per alcuni campioni é stata preparata la sezione sottile, che é stata esaminata con un microscopio ottico in luce trasmessa polarizzata, dotato di un sistema di acquisizione e di elaborazione delle immagini.

Risultati delle analisi

Nella tabella 1 sono riportati i risultati delle analisi per diffrattometria dei raggi X effettuati sulle malte cementizie introdotte negli anni '80, su alcuni conci lapidei, e sulle malte presumibilmente originarie, le quali sono state distinte in tre gruppi: di allettamento, di rivestimento interno e di rivestimento esterno.
Nella tabella 2 i risultati dell'analisi termica simultanea sono stati elaborati secondo una procedura già sperimentata in precedenti lavori [2,3,4]. Gli effetti termogravimetrici, espressi in milligrammi di perdita di peso, vengono attribuiti a diverse trasformazioni del campione in relazione all'intervallo di temperatura nel quale sono stati misurati e alle fasi mineralogiche già identificate con la diffrattometria RX. In particolare si tratta della perdita d'acqua di idratazione del gesso o di altri sali o di prodotti leganti idraulici, e della decomposizione dei carbonati Calcite e Dolomite. Per stimare la percentuale di Dolomite le misure di perdita di anidride carbonica sono state integrate con un calcolo stechiometrico, mentre quella del Quarzo, fase mineralogica inerte rispetto agli effetti termogravimetrici, è il complemento a 100 della sommatoria delle percentuali di tutti gli altri componenti.
Questi dati si integrano tra di loro e contribuiscono ad interpretare quanto osservato al microscopio ottico sulle sezioni sottili. Pertanto si ritiene più significativo presentare i risultati non per tipologia di analisi, ma per tipologia di malta.
Nelle *malte di allettamento* sono stati utilizzati come legante il gesso e come aggregati rocce gessose frantumate, in qualche caso associate a modestissime quantità di sabbie quarzose e di inerti carbonatici. L'analisi termica ha

consentito di stimare in poco meno del 10% in peso la presenza dei carbonati. Secondo quanto rilevato dalla lettura delle sezioni sottili, il rapporto tra gli aggregati e la matrice legante varia tra 1:1,5 e 1:2 e la porosità è del 15-20%. Gli inerti hanno in prevalenza dimensioni molto grossolane e medie (2- 0.25 mm). Si tratta di malte con prestazioni meccaniche scadenti, che mostrano in qualche caso segni di dilavamento. Le informazioni sulla granulometria, la forma e l'orientamento degli aggregati, osservate in sezione sottile al microscopio consentono di riproporre una malta del tutto simile a quella originaria (Fig.4 a).

Tabella 1. Risultati della diffrattometria RX

Campioni	**tipologia del prelievo [profondità, cm]**	**tipologia della malta**	**fasi mineralogiche, in ordine di abbondanza decrescente**
PF 1	C35 [10-15]	allettamento e pietra	**G**
PF 2	C35 [0-15]	allettamento e pietra	**G**
PF 3	C35 [0-15]	allettamento e pietra	**G**, **Qz** (tr)
PF 4	C35 [0-15]	allettamento	**Qz**, **Ca**, **Do**
PF 5	C35 [0-15]	allettamento	**Qz**, **Ca**, **Do**(tr), **F**(tr)
PF 6	C15 [15-35]	cementizia	**Ca**, **Et**
PF 7	C15 [15-35]	cementizia	**Ca**, **Do**, **CH**, **C_2S**, **Qz** (tr), **Et** (tr)
PF 8	C35	cementizia	**Ca**, **CH**, **Et** (tr), **Qz** (tr)
PF 9	C35 [0-10]	allettamento	**Ca**, **Do**
PF 10	C35 [0-10]	pietra	**Ca**
PF11	S	cementizia	**Do**, **Ca**, **Et**(tr)
PF12	S	cementizia	**Ca**, **G**, **Et** (tr)
PF12	S	listatura cementizia	**Ca**, **Et**
FIL 1	S	allettamento	**G**, **Ca**, **Ba**, **Qz** (tr)
FIL 2	S	rivestimento	**G**
FIL 3	S	stilatura	**Ca**, **Qz**, **Do**(tr)
FIL 4	S	allettamento	**G** (pr), **Ca** (tr), **Do** (tr)
FIL 5	S	rivestimento interno	**Qz**, **G**, **Ca**
FIL 6	S	allettamento	**G**
FIL 7	S	rivestimento esterno	**Qz** (pr), **Ca**, **F**(tr)
FIL 8	S	rivestimento interno	**Qz** (pr), **Ca**, **G**
FIL 9	S	rivestimento interno	**Ca**, **G**, **Qz**
FIL10	S	allettamento	**Ca** (pr), **Qz**
FIL11	S	allettamento	**G** (pr), **Ca**
FIL12	S	allettamento	**Ca**, **Qz**, **Do** (tr)
FIL13	S	rivestimento esterno	**Ca**, **Qz**
FIL14	S	allettamento	**G**
FIL15	S	allettamento	**G**

Legenda *Ca: Calcite; Do: Dolomite; Qz: Quarzo; G: Gesso; F: Feldspati; Et: Ettringite; Ba: Bassanite; CH: Portlandite; C_2S: Silicato Bicalcico. C35 : carota ϕ 35 mm; C15 : carota ϕ 15 mm; S : prelevato a scalpello. (pr) prevalente, (tr) tracce.*

Le *malte di rivestimento esterno* non hanno le caratteristiche di continuità di un intonaco, sono piuttosto stilature delle fughe tra le pietre della muratura, che sono state rasate lasciando a vista buona parte delle pietre stesse. La composizione varia nelle diverse zone del Baglio: alcune sono malte a base di gesso, altre a base di calce aerea con inerti silicei ben classati a granulometria arenacea, con rapporto inerti/matrice elevato, pari a circa 2:1. In molti casi sono state additivate con carbonella (Fig.4 b,d,e,f). In alcune aree dei paramenti murari è presente una singolare decorazione tipo "*opus signinum*", ottenuta inserendo nella malta fresca frammenti di laterizio o piccoli sassi, distanziati con una certa regolarità. L'analisi termica consente di stimare nelle malte a base di calce aerea un rapporto in peso di circa 3:1 tra la matrice carbonatica e gli inerti silicei. La bassa porosità, prossima al 5%, denota una certa cura sia nel confezionamento che nella messa in opera dei rivestimenti.

Tabella 2. Risultati delle analisi termogravimetriche

Campioni	Temp	H_2O						$CaCO_3$		$CaMg(CO_3)_2$	Quarzo
		Umidità		Gesso		Idratazione*					
	°C	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	%	%
FIL 03	*fino a 200*	**0,8**	**0,7**								
	200-600					**2,2**	**1,8**				
	600-1050							**71,8**	**60,15**		
	residuo										**37,35**
FIL 04	*fino a 200*			**110,8**	**78,2**						
	200-600					**2,4**	**1,7**				
	600-1050							**10,5**	**7,4**	**1,3**	
	residuo										**11,4**
FIL 05	*fino a 200*			**57,3**	**46**						
	200-600					**5,2**	**4,2**				
	600-1050							**18,2**	**14,6**		
	residuo										**35,2**
FIL 07	*fino a 200*	**1,0**	**0,57**								
	200-600					**2,6**	**1,5**				
	600-1050							**40,9**	**23,4**		
	residuo										**74,53**
FIL 08	*fino a 200*			**53,5**	**32,2**						
	200-600					**4,0**	**2,4**				
	600-1050							**31,4**	**18,9**		
	residuo										**46,5**

** Idratazione: acqua proveniente da sali idrati e/o da composti idraulici*

Le *malte di rivestimento interno*, in pessimo stato di conservazione, presentano le caratteristiche di continuità e la finitura superficiale tipica degli intonaci; sono prevalentemente a legante misto, calce e gesso, con inerti di natura silicea, e risultano anche esse additivate con carbonella. L'analisi termica rivela una prevalenza del gesso rispetto alla calce ed un rapporto inerti/leganti di circa 1:1 (Fig.4 c). Gli intonaci di alcuni vani diruti dei corpi bassi, che sembrano riconducibili all'epoca di costruzione degli stessi, sono costituiti solamente da gesso.
I risultati delle analisi sulle *malte cementizie* indicano che è stato utilizzato cemento Portland, come testimoniato nei campioni PF 7 e PF 8 dalla presenza di rilevanti quantità di portlandite, nonostante i numerosi anni trascorsi dalla messa in opera. Il tipo di cemento e la natura dei materiali costitutivi delle murature, ricche di gesso, portano a ritenere che l'ettringite rilevata nella maggior parte dei campioni cementizi sia "secondaria" o "tardiva", cioè si sia formata per reazione tra gli alluminati di calcio idrati del cemento indurito e i solfati delle murature. Come è noto, si tratta di un processo fortemente espansivo [5], che provoca significative tensioni e conseguenti rigonfiamenti e fessurazioni. Per quanto riguarda la possibilità che i processi espansivi siano ancora in corso, va segnalato che in nessuno dei campioni si è evidenziata la presenza di alluminati di calcio idrati, almeno nei limiti di rilevabilità della tecnica analitica adottata.
I risultati delle analisi per cromatografia ionica dei *sali solubili* confermano quanto già rilevato mediante l'analisi XRD, cioè che le murature sono ricche di solfati. La loro presenza nelle efflorescenze saline aggiunge l'informazione che essi vengono solubilizzati e quindi, migrando all'interno delle murature, possono venire in contatto con prodotti cementizi non compatibili, producendo effetti espansivi per produzione di ettringite, che infatti è stata rilevata in numerosi campioni mediante XRD. Le altre specie ioniche, come i fosfati, il potassio, il sodio e i nitrati, sono riconducibili al fatto che alcuni ambienti sono stati utilizzati per lungo tempo come stalle.

Tabella 3. Contenuto di sali solubili in mg/l della soluzione di estrazione

campione	F^-	Cl^-	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
PF1	0,14	1,74	0,69	3.07	2,97	9,47	3,08	3,19	9,42	0,26
PF3	0,05	0,14	0,0	37,58	0,0	0,23	8,75	29,72	2,48	0,0
PF13	0,10	2,81	0,0	1,71	0,68	31,92	4,92	2,86	12,07	0,59

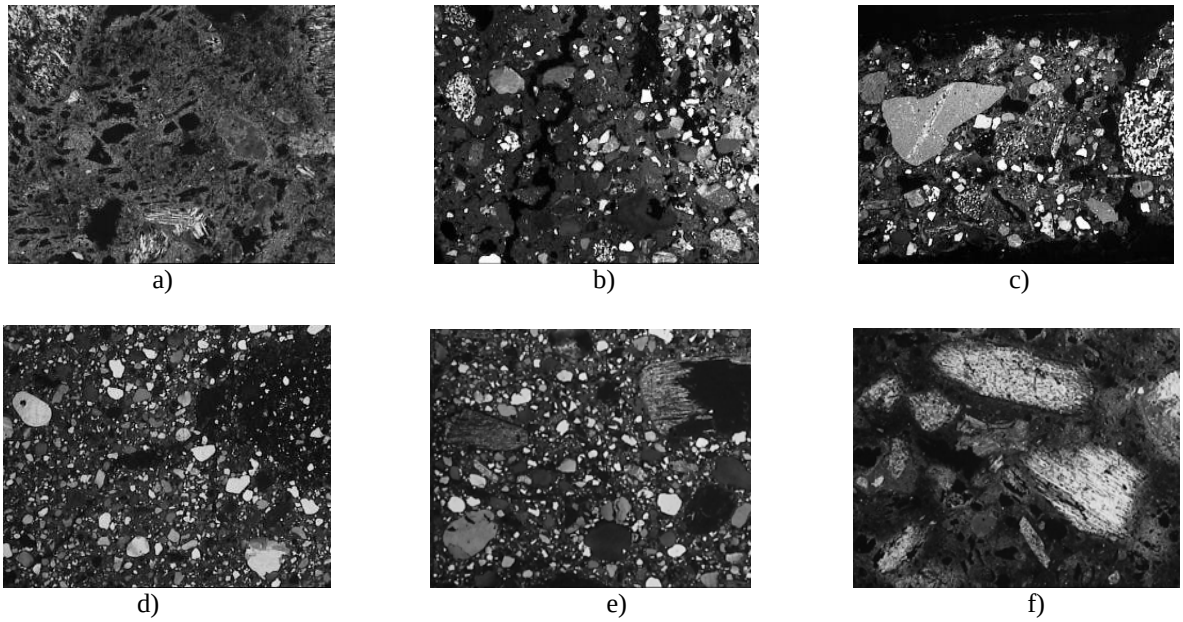


Figura 4. Tipologie di malte, sezioni sottili in luce trasmessa, XPL 7x: ***a)*** **FIL 4** allettamento a base di gesso; ***b)*** **FIL 3**: stilatura, a base di calce aerea; ***c)*** **FIL 5**: intonaco interno, a base di legante misto; ***d)*** **FIL 7**: intonaco esterno a base di calce aerea; ***e)*** **FIL 8**: intonaco esterno a base di legante misto; ***f)*** **FIL 15**: intonaco esterno a base di gesso.



Figura 5. ***a) b)*** **PF 8**: immagini della carota (ϕ = 35 mm), che mostrano il lapideo naturale, la malta di allettamento e il materiale cementizio dell'iniezione; ***c)*** **PF 12**: frammento di materiale cementizio prelevato da una listatura dei conci; sono evidenti le fratture provocate dal fenomeno espansivo di formazione dell'ettringite secondaria o tardiva.

Conclusioni

La tipologia delle murature, particolarmente nel caso di quelle a pietra informe, non ha garantito una lunga durabilità al manufatto, affidando alle malte di allettamento un ruolo significativo nella funzione portante. Alla scadenti caratteristiche delle malte originarie si è aggiunto l'improvvido uso di malte cementizie nei recenti interventi di consolidamento. I risultati delle indagini indicano infatti che si sono manifestati danni conseguenti ad una grave incompatibilità con i materiali dell'edificio. In particolare il cemento ha subito dei processi di degrado, evidenziati dalla presenza di ettringite, formatasi per attacco solfatico degli alluminati di calcio idrati. Il permanere di silicato bicalcico, dopo molti anni dalla messa in opera, testimonia che la stagionatura delle iniezioni cementizie non è stata ben curata e l'idratazione del cemento non si è mai completata, mentre d'altra parte la presenza di portlandite indica che non si sono verificati significativi processi di carbonatazione.

L'insieme delle analisi effettuate rivela le "ricette" di alcune malte particolarmente significative per il progetto di conservazione, quali quelle di allettamento delle murature e di rivestimento esterno dei prospetti sulla corte. Ciò consente di riproporre malte simili o comunque compatibili con quelle originarie. Un approfondimento delle ricerche di archivio, relative agli interventi succedutisi nel tempo sull'edificio, potrebbe fornire ulteriori indizi

per meglio comprendere sia le differenti tipologie costruttive sia lo stato di conservazione precario nel quale versano oggi alcuni elementi portanti.
Il presente studio, offrendo contributi sia alla conoscenza dei materiali costitutivi che alla diagnosi del degrado, consente di evidenziare alcuni aspetti rilevanti per operare una scelta consapevole dei materiali da utilizzare per l'intervento, soprattutto in considerazione del fatto che la tipologia delle murature esaminate assegna alle malte di collegamento dei materiali lapidei, anche nel nuovo intervento di consolidamento, un ruolo significativo per la stabilità del manufatto. La presenza generalizzata di gesso, sia all'interno che sulla superficie delle murature, impone che i materiali leganti per l'intervento siano resistenti ai solfati. Inoltre particolare attenzione va rivolta al sistema di smaltimento delle acque dalle coperture e all'intercettazione dell'acqua di risalita capillare nel basamento, considerata la tendenza dei solfati a formare efflorescenze saline particolarmente distruttive per i materiali lapidei, quali la tenardite, la miarabilite, l'esaidrite e l'epsomite.

BIBLIOGRAFIA

1. Amico V., *"Dizionario topografico della Sicilia tradotto dal latino da G. Dimarzo,"* vol. II, Tipografia Morvillo, Palermo, 1856
2. Moropoulou A., Bakolas A., Bisbikou K. "*Characterization of ancient Byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques*", Thermochimica Acta 269/270, 1995.
3. Bakolas A., Biscontin G., Moropoulou A., Zendri E. "*Characterization of structural Byzantine mortars by thermogravimetric analysis*", Thermochimica Acta 321, 1998.
4. Re A. "*Procedure di analisi per la caratterizzazione di malte idrauliche*", Tesi di Laurea in Ingegneria Chimica, Università degli Studi di Palermo, Anno Accademico 2004/2005.
5. Collepardi M. "Il nuovo calcestruzzo", Tintoretto Editore, Villorba (TV), 2002.

Ringraziamenti
La presente ricerca è stata effettuata con fondi MIUR ex 60%. Si ringraziano inoltre l'Ing. Faraone ed il Comune di Villafrati, per l'opportunità di accedere al cantiere e di prelevare i campioni.

CONTRIBUTO DELLA PIROLISI ANALITICA ON-LINE CON GASCROMATOGRAFIA/SPETTROMETRIA DI MASSA (PY-GC-MS) PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE VERNICI LIUTARIE

Giuseppe Chiavari[*], Emanuela Marin[*], Simona Montalbani[*], Roberto Ragazzi[**]

[*]Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician", Università di Bologna, Via Selmi 2, Bologna
[**]Liutaio, roberto@regazzi.net

Abstract

Il lavoro riporta le possibilità diagnostiche della pirolisi analitica "on line" con gascromatografia e spettrometria di massa per caratterizzare gli strati di vernice di strumenti musicali quali i violini.
Dopo uno studio di stesure standard invecchiate di miscele di resine si è passati alla caratterizzazione di alcuni campioni reali di strumenti antichi dimostrando la utilità della tecnica sia in termini di riconoscimento che in rapidità.

Introduzione

Il patrimonio culturale può essere definito come "ogni materiale che sia segno di civilizzazione" e per questa ragione la sua salvaguardia è un "must" della nostra società. L'impegno della scienza è cruciale nella protezione, nel restauro e nello sfruttamento del patrimonio culturale. Agli scienziati viene chiesto di trasferire in questo campo le tecnologie sviluppate nelle diverse aree e di sviluppare nuovi strumenti scientifici che possano essere applicati ai beni culturali. La conservazione artistica è una nuova disciplina che utilizza le moderne tecniche analitiche nello studio e nella conservazione delle opere d'arte. Il patrimonio artistico, oltre che testimonianza della genialità del talento dell'uomo, assume un valore storico di testimonianza delle passate civiltà. La problematica della durata di un'opera d'arte era presa in considerazione dall'artista fin dall'inizio, anche senza volerlo, con la scelta accurata delle tecniche e dei relativi materiali nella consapevolezza di inevitabili processi di degradazione e di un assestamento dei materiali nel tempo . Se l'oggetto non era destinato a durare i materiali erano scelti con caratteristiche adatte e in generale di scarso valore e costo e ne sono esempi i bozzetti sia in pittura che in scultura con uso di carta o gesso o creta.
Anche per uno strumento musicale con il passare del tempo, inevitabilmente, l'oggetto di materia quasi esclusivamente organica, subisce alterazioni dovute al degrado dei materiali di cui è composto e, per contrastare questi processi deleteri, è necessario intervenire con azioni di restauro.
In queste azioni di conservazione la chimica svolge un ruolo di primo piano, poiché è la scienza che più di ogni altra permette di conoscere le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali originali e i vari processi di alterazione che questi, inevitabilmente, subiscono. Queste conoscenze consentono di elaborare adeguate metodologie di intervento, evitando azioni che, nel passato, sono state la causa di danni ancora peggiori. La figura del chimico analitico è affiancata a quella del restauratore non senza contrasti dovuti ad interessi diversi: il restauratore vorrebbe trovare risposta alle sue domande riguardanti i materiali usati senza che l'opera venga toccata; d'altronde il chimico analitico sa che la qualità di ciascuna risposta dipende in buona parte dalla qualità e quantità dei campioni disponibili.
Nonostante i contrasti, l'impegno della scienza è diventato cruciale nella protezione e nel restauro del patrimonio culturale. Il contributo scientifico può essere considerato da diversi punti di vista. Benché le possibilità della chimica analitica di cento o duecento anni fa non fossero paragonabili a quelle attuali, si tentava lo stesso di scoprire la natura delle vernici in uso dagli antichi liutai. Un metodo "analitico" diffuso era quello di strofinare energicamente la superficie verniciata per riscaldarla e quindi annusare l'odore emesso. Ne parla anche un autorevole studioso e critico dell'arte liutaria quale Charles Reade a proposito di un supposto odore d'ambra e ne parla anche Eugene Mailand nei termini seguenti:

"Dobbiamo dire che è impossibile fare l'analisi delle resine che erano servite per verniciare gli strumenti degli antichi liutai. Tuttavia con un mezzo assai semplice abbiamo potuto riconoscere[…] alcune delle resine entrate nella composizione delle vernici[…]. Abbiamo preso una tela di lino leggermente bagnata per non deteriorare la vernice e abbiamo fortemente strofinato lo strumento nelle parti meno conservate per riscaldarlo così da ravvivare l'odore delle resine che è stato facile riconoscere. […]Un violino di Antonio e Gerolamo Amati, sottoposto a questo saggio, ci ha dato l'odore del mastice in lacrime mescolato a quello dell'olio di lino, che ricorda quello della colla forte dopo l'essiccazione."

Tali erano i metodi, le prove, le conclusioni [1].
La diagnostica chimica moderna comprende l'insieme di metodologie analitiche strumentali che consentono di studiare sia la composizione e le conoscenze scientifiche ottenute vengono utilizzate nell'intento di migliorare la

rispondenza dei materiali di restauro e dei metodi di intervento. Agli scienziati si chiede di trasferire in questo campo le tecnologie sviluppate nelle diverse aree e di sviluppare nuovi strumenti scientifici che possano essere applicati ai beni culturali. Molte tecniche analitiche sono state sviluppate per la caratterizzazione di campioni nel campo artistico [2]. Tecniche spettroscopiche sono ampiamente usate e, quando possibile, si preferisce utilizzare metodi non distruttivi. FTIR, Raman e raggi X sono particolarmente utili per l'identificazione dei componenti inorganici (pigmenti, sali e la composizione di malte e pietre). Le prime due tecniche danno inoltre informazioni sui componenti organici, ma generalmente i campioni sono miscele complesse e l'identificazione può risultare difficile. Nel campo della caratterizzazione organica sono per lo più utilizzate tecniche separative, come HPLC e GC (in particolare accoppiate con spettrometria di massa). Queste sono tecniche distruttive, ma necessitano di quantità minime di materiale. Comunque i campioni artistici sono miscele complesse di sostanze organiche ed inorganiche, usate per la loro stabilità. I materiali artistici diminuiscono la loro solubilità e la loro volatilità con il passare del tempo e i pre-trattamenti possono diventare difficili da applicare.
La pirolisi, tecnica per sua natura distruttiva, è la nostra proposta in casi difficili come quelli che spesso si presentano nel campo dei beni culturali.

La pirolisi analitica

Con il termine *pirolisi analitica* (PY) [3] s'intende una tecnica che prevede la degradazione termica di composti non volatili ad alto peso molecolare per ottenere frammenti di peso inferiore analizzabili attraverso gascromatografia.
Il profilo che ne risulta è chiamato *pirogramma,* considerato il *fingerprint* della matrice originale, in quanto, mantenendo le stesse condizioni sperimentali, il meccanismo di frammentazione risulta riproducibile [4-10]. Il riconoscimento dei *markers* caratteristici ottenuti mediante l'analisi di campioni standard, permette, quando richiesto, di risalire alla composizione di un substrato incognito. Solitamente al sistema viene accoppiato uno spettrometro di massa che permette la caratterizzazione di ciascun picco del pirogramma. Poiché è dalla caratterizzazione dei frammenti che si riesce a risalire alla composizione del substrato, la pirolisi analitica costituisce un metodo di caratterizzazione indiretto. L'accoppiamento PY-GC/MS consente di non manipolare manualmente il campione, evitando il rischio di importanti perdite di sostanza e permettendo un gran risparmio di tempo, essendo l'operazione da effettuare estremamente semplice. Il campione viene posto all'interno di un capillare di quarzo le cui estremità sono chiuse da lana anch'essa di quarzo. Il capillare viene inserito in una resistenza di platino contenuta all'interno di una sonda che, a sua volta, viene introdotta nell'interfaccia, montata direttamente sull'iniettore del gascromatografo. La resistenza riceve un impulso elettrico che la riscalda causando la formazione dei frammenti.
La scelta di tale tecnica analitica risulta ottimale anche in virtù della sua alta sensibilità, che permette la caratterizzazione del substrato anche con quantità di campione inferiori al milligrammo.
La **pirolisi analitica** può essere utile per i composti complessi, polari e ad alto peso molecolare che difficilmente possono essere analizzati utilizzando la gascromatografia tradizionale. Questa procedura consiste in un trattamento termico in atmosfera inerte. I composti vengono frammentati dall'alta temperatura (600-800 ºC) per produrre molecole più volatili e gascromatografabile. Il pirogramma mostra i frammenti di decomposizione e costituisce un fingerprint della matrice originale, perché il percorso della frammentazione è riproducibile rimanendo alle stesse condizioni (temperatura di pirolisi, velocità di riscaldamento, tempo di pirolisi, temperatura dell'interfaccia). La pirolisi è stata usata dalla fine del XIX secolo, ma la sua piena potenzialità è stata raggiunta con l'introduzione della gascromatografia-spettrometria di massa. La pirolisi è stata usata per trent'anni per caratterizzare i materiali artistici.
Tipici campi di utilizzo sono materiali come cere, resine, oli, leganti proteici, ambre, polimeri sintetici e coloranti organici [11].
Ad esempio, la presenza di una resina sintetica in alcuni dipinti attribuiti a Pieter De Hooghs e a Vermeer, [12] indicò che le opere erano dei falsi.
Per ottenere un comportamento cromatografico migliore dei frammenti, sono state introdotte delle tecniche di **derivatizzazione**. La reazione di derivatizzazione avviene insieme con la pirolisi aggiungendo un reagente al campione solido.
Le due reazioni più utilizzate sono la metilazione [13,14] e la trimetilsililazione [15,16] che hanno come risultato la trasformazione dei composti con idrogeni reattivi, come acidi, fenoli o alcoli, in derivati meno polari come gli esteri più consoni all'analisi gascromatografica.
In questo studio è stata usata la metilazione, procedura introdotta da Challinor, detta anche "thermally assisted hydrolysis and methylation" (THM), consistente in una pirolisi in combinazione con il reagente metilante TMAH (tetrametilammonioidrossido), secondo la reazione

N(CH3)4 + OH- + RCOOH = RCOOCH3 + N(CH3)3+ H2O

Strumentazione e procedure

La pirolisi, in questa serie di analisi, viene effettuata a 700 ºC per 10 secondi usando un CHEMICAL DATA SYSTEM (CDS) 1000 PYROPROBE direttamente connesso all'iniettore di un gascromatografo Varian 3400 accoppiato ad uno spettrometro a trappola ionica Saturn II (Varian Analytical instruments, Walnut Creek, USA). È stata usata, infine, una colonna capillare Supelco SPB5 (30 m, 0.25 mm ID, 0.25 μm spessore del film). I campioni (0.1-1 mg a seconda del tipo di campione ed in particolare della percentuale di materiale organico) sono inseriti in un capillare di quarzo pre-pirolizzato. Per ottenere la reazione di derivatizzazione vengono aggiunti 3-5 μL del reagente al campione nel capillare di quarzo prima della pirolisi. Vengono usati tetrametilammonioidrossido al 25% in soluzione acquosa ed esametildisilazano al 99% rispettivamente per la metilazione e la sililazione.

Risultati

Obbiettivo di questa ricerca è l'uso della pirolisi/gc/ms, Py/GC/MS, per caratterizzare lo strato di vernice utilizzato nella fabbricazione dei violini.

Per avere un'idea della problematica costruttiva dei violini si possono riassumere le fasi di trattamento a partire dallo strumento "bianco" e cioè con la superficie di puro legno levigato.

Fasi di trattamento:

1-imbibizione o 'preparazione' in senso lato (la si chiama spesso anche "ossificazione") del legno con una preparazione che può essere anche vitrea (es.: silicati solubili) e levigatura con sostanze naturali a base silicea (es. asprella o erba cavallina, etc..);

2-strato di vernice isolante composto spesso da gomme ed idrati di carbonio,

3- la vera e propria vernice nella quale trementina di larice, propuli, cere ed oli siccativi venivano cotti (saponificati) con molecole a reazione alcalina come calce o anche allume e successivamente portati in soluzione con solventi alcolici e terpenici misti a trigliceridi.

Catalogare le vernici usate per i violini non è cosa facile, vista la grande propensione alla continua sperimentazione da parte dei liutai di tutti i tempi. E' comunque possibile dividere le vernici in due grandi categorie: le vernici ad olio e le vernici ad essenza a seconda del mezzo disperdente in cui le resine erano trattate.

Standard Studiati

Come prima parte dello studio abbiamo verificato il comportamento pirolitico di alcune resine naturali di cui si conosce l'uso frequente da parte dei liutai.
Le resine studiate sono le seguenti e sono state utilizzate dopo stesura su tavolette di legno:

a) ambra
b) benzoino
c) colofonia
d) coppale
e) sandracca

Ambra

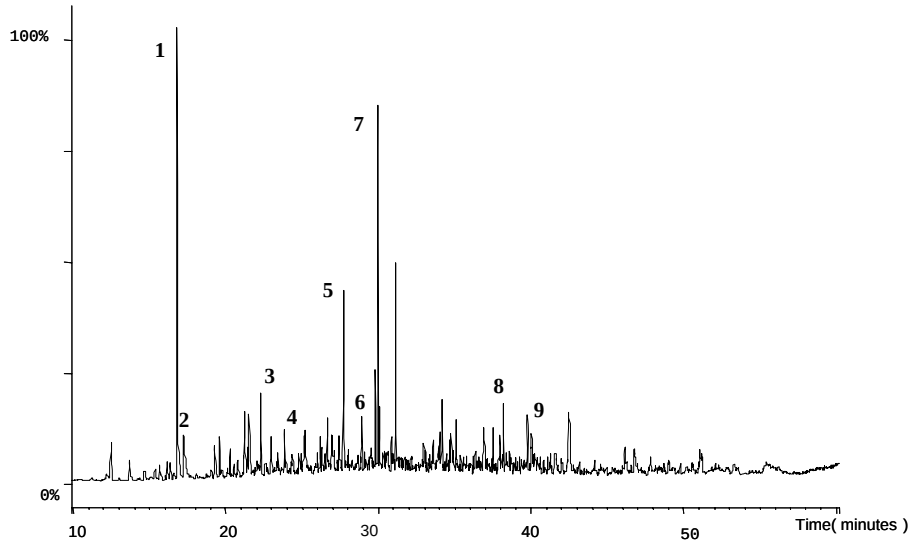


Figura 1 Pirogramma relativo alla stesura di ambra

Viene di seguito riportata la caratterizzazione di alcuni dei picchi numerati nel pirogramma con la formula grezza, la identificazione quando possibile, il peso molecolare (PM), il tempo di ritenzione(SCAN), e le masse degli ioni più significativi dello spettro di massa (MS).

N°	FORMULA MOLECOLARE	NOME	PM	SCAN	MS
1	?	Non identificato	?	1009	57, 56, 55, 70, 83, 71, 69
2	$C_6H_{10}O_4$	Acido butanedioico dimetilestere	146	1035	115, 55, 59, 114, 87, **146**
3	$C_{10}H_{18}O$	Borneolo	154	1337	95, 67, 109, 136, 121
4	$C_{10}H_{14}O$	Verbenone	150	1430	91, 107, 79, 135, **150**
5	$C_{10}H_{16}O$	α-canfolene aldeide	152	1661	108, 93, 109, 95, 67
6	$C_{11}H_{14}O_2$	Acido benzoico-4-(1-metiletil) metilestere	178	1736	163, 91, 119, **178**, 147
7	$C_{15}H_{24}$	Non identificato	204	1797	91, 161, 105, 189, **204**
8	?	Non identificato	?	2293	105, 91, 133, 163, 234
9	?	Non identificato	?	2386	99, 105, 135, 178, 237, 220

Tabella 1 Composti corrispondenti ai picchi relativi al pirogramma in fig. 3

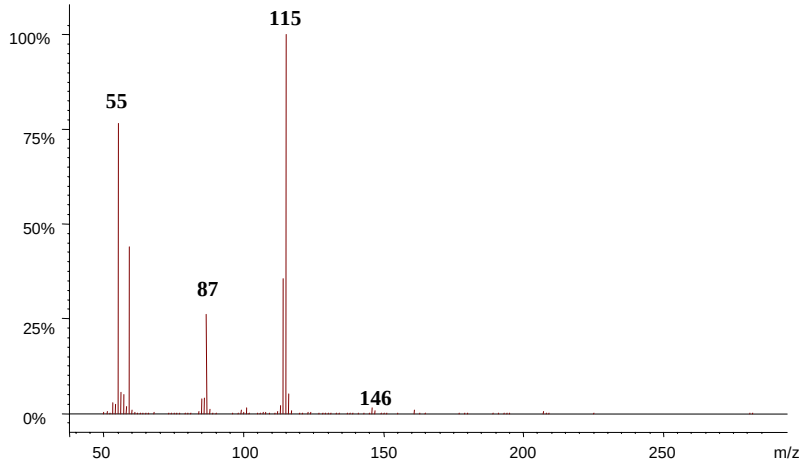


Figura 2 Spettro di massa dell'acido butanedioico dimetilestere

Benzoino

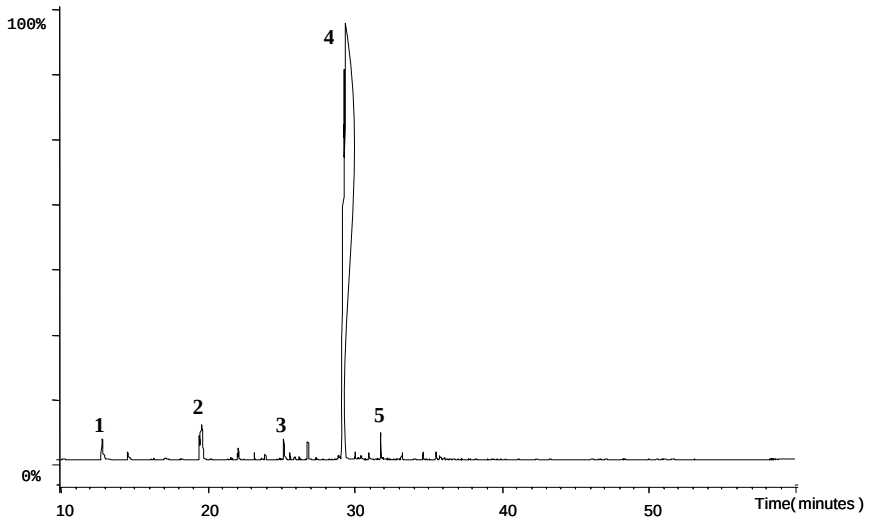


Figura 3 Pirogramma relativo alla stesura di benzoino

N°	FORMULA MOLECOLARE	NOME	PM	SCAN	MS
1	C_7H_6O	Benzaldeide	106	780	105, 77, 51, **106**
2	$C_8H_8O_2$	Acido benzoico metilestere	136	1188	105, 77, 135, 51
3	$C_8H_8O_2$	4-metossi benzaldeide	136	1524	135, **136**, 77, 107
4	$C_{10}H_{10}O_2$	Acido.3-fenil-2-propenoico metilestere (Acido cinnamico metilestere)	162	1775	131, **162**, 103, 161, 77
5	$C_9H_{10}O_3$	3,4-dimetossi benzaldeide	166	1919	**166**, 165, 95, 77

Tabella 2 Picchi significativi relativi al pirogramma della stesura standard di Benzoino

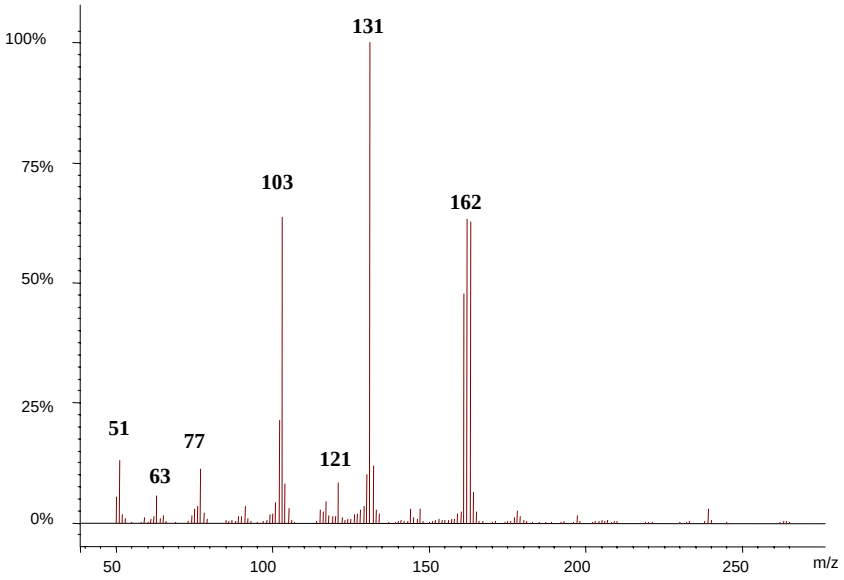


Figura 4 Spettro di massa dell'acido cinnamico metilestere

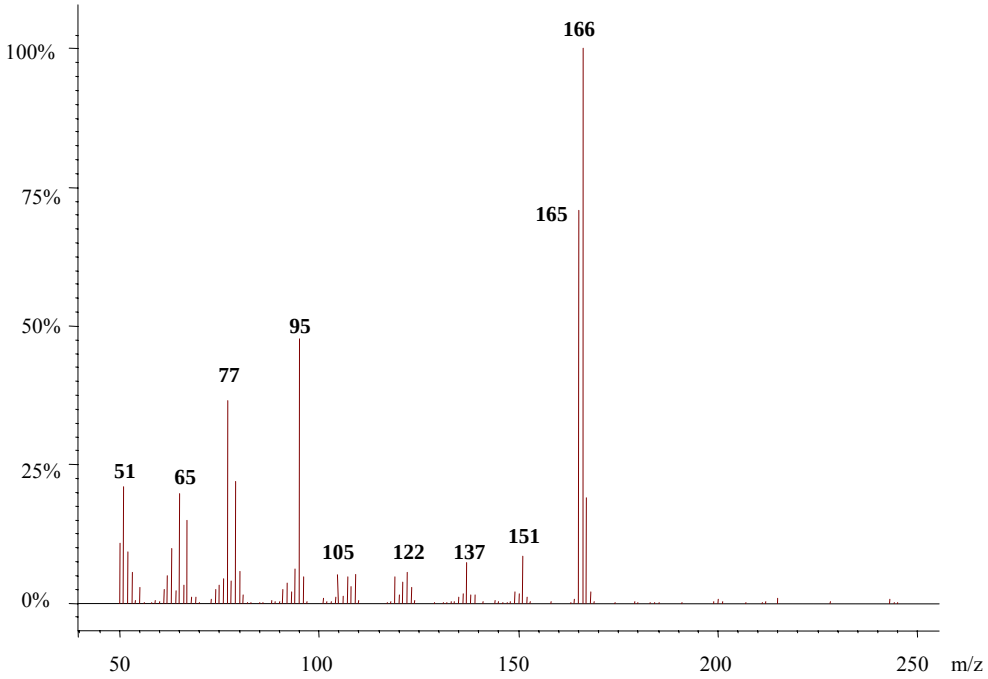


Figura 5 Spettro di massa della 3,4-dimetossi benzaldeide

Colofonia

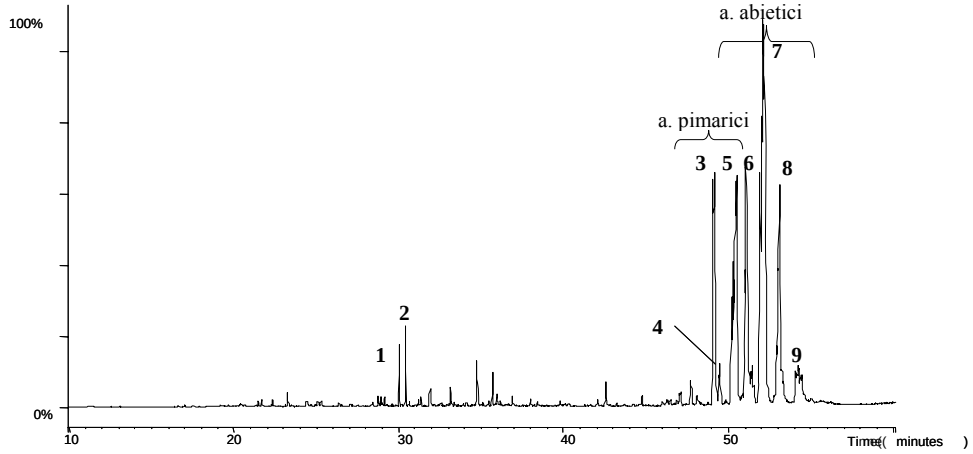


Figura 6 Pirogramma relativo alla stesura di colofonia

N°	FORMULA MOLECOLARE	NOME	PM	SCAN	MS
1	$C_{15}H_{24}$	Non identificato	204	1800	91, 161, 105, 79, 189, **204**
2	$C_{15}H_{24}$	Cariofillene	204	1823	91, 133, 79, 105, 189, **204**
3	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido pimarico metilestere	316	2946	121, 91, 180, 257, 301, **316**
4	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido sandarocopimarico metilestere	316	2969	121, 91, 133, 241, 301, **316**
5	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido isopimarico metilestere	316	3011	241, 256, 105, 91, **316**
6	$C_{20}H_{28}O_2$	Acido deidroabietico metilestere	314	3065	239, 240, 299, 197, **314**
7	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido abietico metilestere	316	3127	256, **316**, 241, 213, 121
8	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido neoabietico metilestere	316	3184	135, **316**, 121, 148, 91
9	$C_{21}H_{28}O_3$	Acido 7-oxo-deidroabietico metilestere	329	3255	**329**, 254, 269, 239, 314

Tabella 3 Picchi significativi relativi al pirogramma della stesura standard di colofonia

Coppale

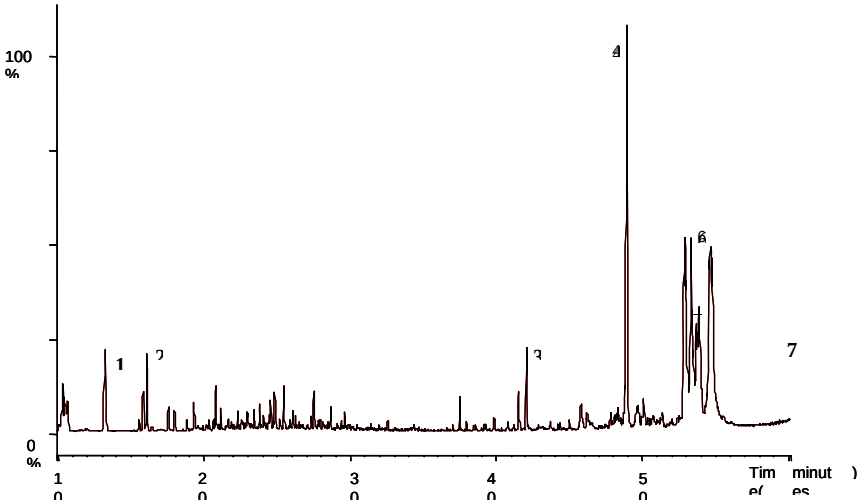


Figura 7 Pirogramma relativo alla stesura di coppale

N°	FORMULA MOLECOLARE	NOME	PM	SCAN	MS
1	$C_{10}H_{16}$	3-Carene	136	791	93, 91, 77, 79, **136**
2	$C_{10}H_{16}$	Limonene	136	963	67, 93, 79, 135, 107, 121
3	$C_{17}H_{34}O_2$	A. palmitico metilestere	270	2520	74, 87, 55, 143, **270**
4	$C_{21}H_{32}O_2$	A. pimarico metilestere	316	2936	121, 301, **316**, 241, 257
5	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3172	121, 175, 288, 303, 347, **362**
6	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3198	121, 189, 302, 161, 347, **362**
7	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3234	121, 175, 288, 303, 329, 347, **362**
8	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3279	121, 81, 189, 302, 271, 347, **362**

Tabella 4 Picchi significativi relativi al pirogramma della stesura standard di Coppale

Sandracca

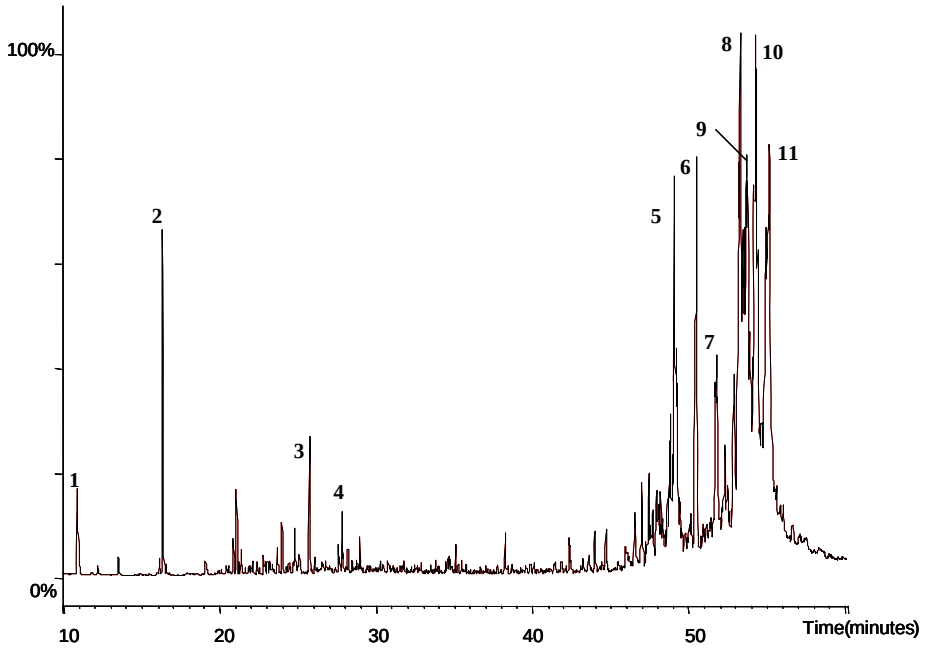


Figura 8 Pirogramma relativo alla stesura di sandracca

N°	FORMULA MOLECOLARE	NOME	PM	SCAN	MS
1	$C_{10}H_{16}$	3-Carene	136	653	93, 91, 77, 121, 135**, 136**
2	$C_{10}H_{16}$	Limonene	136	980	67, 93, 68, 79, 135, **136**
3	?	Non identificato	?	1544	67, 71, 108, 111, 81, 166
4	?	Non identificato	?	1668	71, 67, 108, 152, 137, 170
5	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido pimarico metilestere	316	2950	121, 91, **316**, 159, 257, 301
6	$C_{21}H_{32}O_2$	Acido sandaracopimarico metilestere	316	3028	121, 85, 257, 241, 301, **316**
7	?	Non identificato	?	3104	201, 93, 121, 303, 229, 316, 346
8	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3200	121, 175, 303, 288, 347, **362**
9	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3222	121, 81, 189, 303, 347, **362**
10	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3254	121, 175, 288, 303, 347, **362**
11	$C_{22}H_{34}O_4$	Isomero dell'acido agatico metilestere	362	3305	121, 81, 189, 302, 347, **362**

Tabella 5 Picchi significativi relativi al pirogramma della stesura standard di sandracca

Campioni reali

Campione " Violino d'autore del'900"

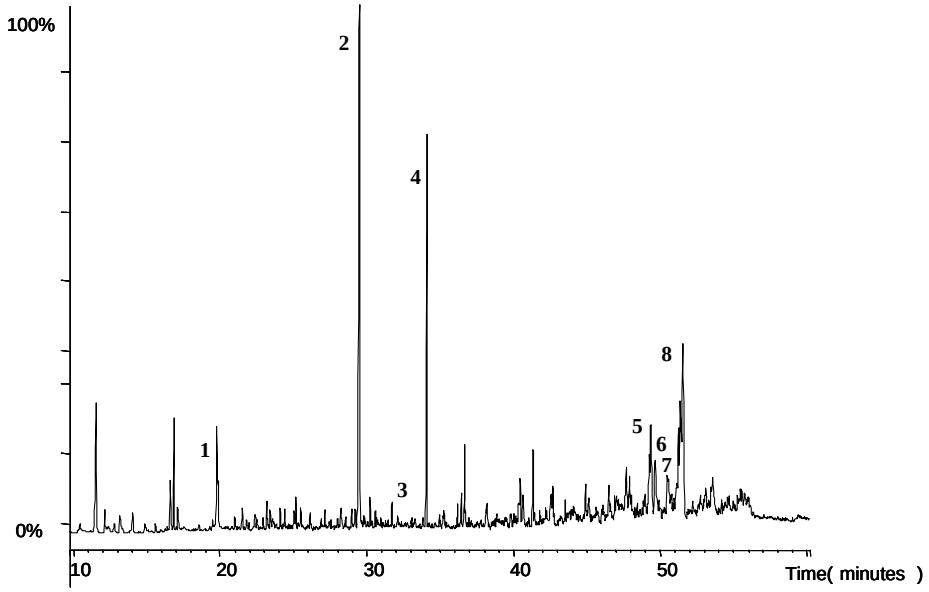


Figura 9 Pirogramma relativo al campione di violino

N°	NOME	MARKER DI
1	Acido benzoico metilestere	Benzoino
2	Acido cinnamico	Benzoino
3	3,4-dimetossi benzaldeide	Benzoino
4	Guaiolo	(Benzoino)
5	Acido pimarate metilestere	Colofonia
6	Acido sandaracopimarate metilestere	Colofonia
7	Acido isopimarate metilestere	Colofonia
8	Acido deidroabietico metilestere	Colofonia

Tabella 6 Picchi significativi relativi al pirogramma di figura 9

Il pirogramma ottenuto dal campione di vernice mostra i markers caratteristici delle resina benzoino insieme alla serie di acidi abietici tipici della colofonia frequentemente usata dai liutai nelle vernici protettive. Inoltre l'assenza dei picchi di acidi grassi a catena lunga e degli acidi di carbossilici quali il suberico ed azelaico indica che si tratta di stesura di vernice ad essenza.

Campione "Violino d'autore bolognese del'700"

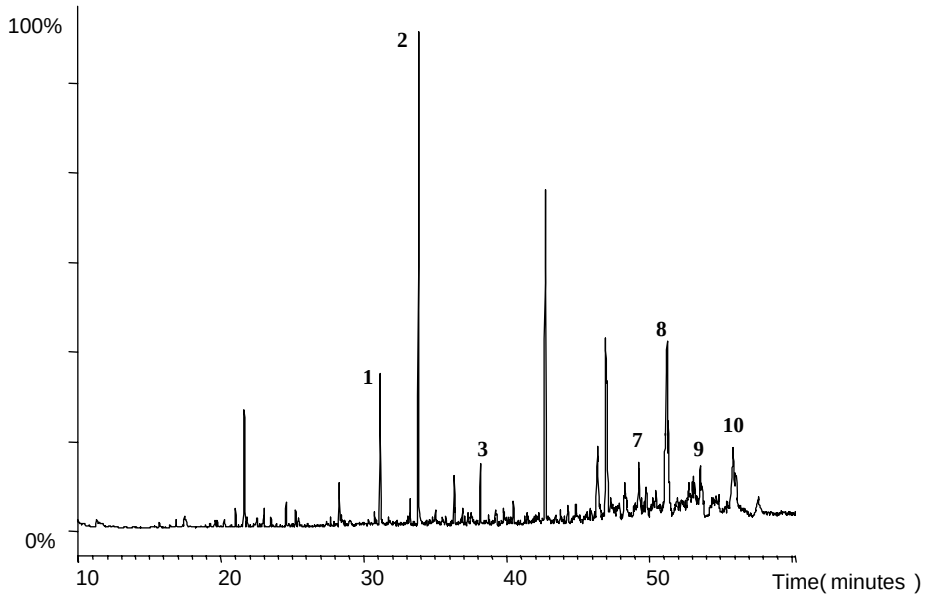


Figura 10 Pirogramma relativo al campione di violino

N°	NOME	MARKER DI
1	Acido Suberico metilestere	Olio
2	Acido Azelaico metilestere	Olio
3	Acido tetradecadenoico metilestere	Olio
4	Acido Palmitico metilestere	Olio
5	Acido Oleico metilestere	Olio
6	Acido Stearico metilestere	Olio
7	Acido Pimarico metilestere	Colofonia
8	Acido deidroabietico metilestere	Colofonia
9	Acido 7-metossi-tretadeidroabietico metilestere	Colofonia
10	Acido 7-oxo-deidroabietico metilestere	Colofonia

Tabella 7 Picchi significativi relativi al pirogramma di figura 10

La composizione della vernice di questo violino è quella tipica di una stesura ad olio essendo proprio i picchi markers dell'olio siccativo quelli dominanti il tracciato pirolitico. Accanto ad essi sono evidenti i picchi caratterizzanti la resina colofonia.

CONCLUSIONI

La pirolisi analitica nella versione integrata py-gc/ms si presenta come una valida e rapida tecnica di indagine diagnostica di materiali utilizzati in vari campi dei beni culturali. L'applicazione, che abbiamo qui riportato, mostra che anche nel campo della caratterizzazione delle vernici utilizzate nella costruzione degli strumenti musicali, la sua capacità di individuazione dei componenti le miscele di vernici, insieme alla rapidità di esecuzione dell'analisi senza fasi di pretrattamento del campione, la rendono una tecnica di pratico interesse.
La fase successiva del presente lavoro prevede l'estensione dello studio ad altri standard di resine e l'analisi di strumenti musicali d'interesse museale.

BIBLIOGRAFIA

1. L . COLOMBO "Antiche vernici per liuteria-Ricerche storiche", Turris, 1997
2. J.S. MILLS, R. WHITE," The organic chemistry of museum objects", 2nd edition, Butterworth-Heinemann, Oxford 1994 (reprinted 2006)
3. J.IRWINS, Analytical pyrolysis: a comprehensive guide, Marcel Dekker Inc: NY, (1982)
4. G. CHIAVARI, G.C. GALLETTI, G. LANTERNA, R. MAZZEO, The potential of pyrolysis -gas chromatography / mass spectrometry in the recognition of ancient painting media, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 24, (1993). 227-242
5. G. CHIAVARI, D. FABBRI, R. MAZZEO, P. BOCCHINI E G.C. GALLETTI, "Py-GC/MS of natural resins used for artistic object's, *Chromatographia*, 41, (1995), 273-281
6. G. CHIAVARI, R. MAZZEO, "Characterisation of paint layers in Chinese archaeological relics by Pyrolysis-GC/MS" , *Chromatographia*, 49, (1999), 268-272
7. CASOLI A., MUSINI P. C., PALLA G., "Gas chromatographic-mass spectrometric approach to the problem of characterizing binding media in paintings", *Journal of Cromatography A*, 731, (1996), 237-246.
8. D.SCALARONE , M.LAZZARI., O.CHIANTORE ., "Thermally assisted hydrolysis and methylation–pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry of light-aged linseed oil", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 58-59, (2001), 503-512.
9. M.P. COLOMBINI, I. BONADUCE,G. GAUTIER, "Molecular pattern recognition of fresh and aged shellac", *Chromatographia*, 58, (2003) , 1-8
10. I.BONADUCE ,M. P. COLOMBINI "Characterisation of beeswax in works of art by gas chromatography–mass spectrometry and pyrolysis–gas chromatography–mass spectrometry procedures "*Journal of Chromatography A*, 1028, (2004), 297-306
11. G.CHIAVARI ., S.PRATI , "Analytical Pyrolysis as Diagnostic Tool in the Investigation of Works of Art", *Chromatographia*, 58, (2003), 543-554
12. R.BREEK,W.FROENTJES, "Application of pyrolysis gas chromatography on some of Van Meegeren's faked Vermeers and Pieter de Hoghs'" *Stud.Conserv*., 20 (1975),183-9
13. J. M. CHALLINOR"The scope of pyrolysis methylation reactions" *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 20, (1991),15-24
14. CHALLINOR J. M., "On the mechanism of high temperature reactions of quaternary ammonium hydroxide with polymers", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 29 , (1994), 223-224.
15. G.CHIAVARI, D. FABBRI e S. PRATI "Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of products arising from pyrolysis of amino acids in the presence of hexamethyldisilazane" *Journal of Chromatography A*, 922, (2001), 235-241
16. D. FABBRI e G. CHIAVARI "Analytical pyrolysis of carbohydrates in the presence of hexamethyldisilazane" *Analytica Chimica Acta*, 449, 10 (2001), 271-280

STUDIO DI CONSOLIDANTI NANOMETRICI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLA PELLICOLA PITTORICA DEI DIPINTI MURALI

Eliana Costa *, L. Dei, M.C. Gaetani***, A. Giovagnoli****, M. Ioele******

*Restauratrice diplomata ICR, V.le S. Giovanni Bosco 15, 00174, Roma, 3331628348, c_accia@hotmail.com
** Chimico, Dipartimento di Chimica & Consorzio CSGI, Università di Firenze, Sesto Fiorentino (Fi), dei@csgi.unifi.it
*** Restauratrice, Istituto Centrale per il Restauro, Piazza S. Francesco di Paola 9 –cgaetani@libero.it
****Chimico, Istituto Centrale per il Restauro, Piazza S. Francesco di Paola 9– 00153 Roma, alama@libero.it
****Chimico, Istituto Centrale per il Restauro, Piazza S. Francesco di Paola 9– 00153 Roma, ioele@tiscali.it

Abstract

Lo sviluppo di tecnologie nanometriche nei vari campi della scienza offre nuove prospettive e nuove soluzioni, estese di recente anche al campo dei beni artistici, e basate sull'utilizzo di materiali di dimensioni molto ridotte rispetto ai prodotti impiegati nella prassi degli interventi di conservazione. La riduzione della scala dimensionale delle particelle conferisce a tali materiali peculiarità chimiche e fisiche.
Il presente studio, svolto nell'ambito di un lavoro di tesi presso l'Istituto Centrale per il Restauro, propone un approfondimento sulle caratteristiche prestazionali di quattro consolidanti, inorganici ed organici dalle dimensioni particellari riconducibili alla scala nanometrica: due microdispersioni di polimeri acrilici, idrossido di calcio nanofasico e una silice colloidale.
La verifica di alcune proprietà di questi prodotti è stata oggetto di un'attività di studio in laboratorio: i materiali sono stati applicati su campioni e sottoposti, dopo il trattamento, ad invecchiamento artificiale in camera climatica. I campioni sono stati sottoposti alle seguenti indagini: misure di assorbimento d'acqua, resistenza superficiale e resistenza alla perforazione.

Introduzione

Il fenomeno della decoesione della pellicola pittorica dei dipinti murali, che si presenta come pulverulenza del colore, è una forma di degrado estremamente frequente, soprattutto in ambienti inquinati.
Ad oggi, la prassi operativa dell'intervento di consolidamento prevede l'applicazione di materiali di natura inorganica ed organica come il bario idrossido e l'ammonio ossalato, che presentano il vantaggio di essere compatibili con il substrato inorganico, sebbene il loro impiego preveda modalità operative la cui realizzazione richiede grande accuratezza d'esecuzione. Oppure formulati acrilici, come il Paraloid B72, che seppure preferibili per le indiscusse qualità adesive e le semplici modalità operative risultano troppo fragili per una intrinseca instabilità chimica. Inoltre, in condizioni di applicazione non idonee, possono formare film superficiali che impediscono il necessario scambio di gas e vapori. Anche Il silicato d'etile ha avuto una ampia diffusione, tuttavia per evitare la comparsa di fenomeni secondari indesiderati, risultati ottimali sono garantiti solo a determinate condizioni operative (natura e contenuto d'acqua del substrato, pH, ecc.).
I materiali oggetto di questo studio appartengono ad entrambe le categorie, ma hanno la prerogativa di essere costituiti da particelle dalle dimensioni nanometriche, con una grande superficie specifica e una maggiore reattività. Tali caratteristiche conferiscono a questi formulati particolari proprietà chimico-fisiche che ne migliorano sensibilmente le caratteristiche prestazionali. Due di essi sono di natura inorganica, l'idrossido di calcio nanofasico e la silice colloidale Ludox P-X30, gli altri due sono microdispersioni acriliche, Atomo e Microacril CV 40.[1].
L'idrossido di calcio nanofasico, disperso in alcool isopropilico in modo da aumentarne la stabilità, ha una spiccata affinità col substrato carbonatico; la dispersione acquosa di silice colloidale offre le medesime caratteristiche legate alla dimensione nanometrica delle unità componenti, ed è anch'essa affine al substrato originale.
Le microdispersioni acquose di polimeri acrilici garantiscono le prestazioni ormai attestate dei polimeri organici, a cui si aggiunge la caratteristica di una maggiore penetrazione ed una migliore distribuzione del prodotto nel substrato; inoltre, utilizzando acqua come fase disperdente, si annullano i rischi legati alla tossicità dei solventi generalmente necessari per l'uso di consolidanti organici.



Figura 1 I campioni allestiti per l'applicazione dei prodotti.

Lo studio qui proposto ha per finalità la valutazione delle prestazioni di questi prodotti alla luce della loro idoneità come consolidanti: ovvero quanto si dimostrano efficaci penetrando nel substrato senza modificarne in maniera sensibile la. traspirabilità .
A questo scopo i prodotti sono stati testati in laboratorio su campioni attraverso alcune prove che ne valutassero le seguenti proprietà fisiche e fisico-meccaniche: capacita di assorbimento d'acqua, resistenza allo strappo e resistenza alla foratura, queste ultime legate alle proprietà coesive. Tali proprietà sono state verificate prima e dopo il trattamento e dopo cicli d'invecchiamento artificiale **[2]**.
I campioni sono stati realizzati variando i rapporti tra carica e legante in modo da simulare un dipinto murale in avanzato stato di decoesione (Figura 1) **[3]**. Dopo 90 giorni di maturazione i campioni sono stati trattati con i quattro prodotti.
Le concentrazioni d'uso delle microemulsioni e della silice colloidale, tenendo presente una percentuale di contenuto solido equivalente, sono state fissate all'8% (peso/peso) in acqua deionizzata per le prime applicazioni e al 10% per le successive. La dispersione di nanocalce è stata fornita in soluzione "madre" alla concentrazione 0,067 M e poi diluita secondo i rapporti riportati in letteratura**[4]** e fissati in 1:8 ed 1:15 parti in volume per nanocalce e soluzione alcol isopropilico + acqua deionizzata (95% alcol+5% acqua). Le microemulsioni acriliche e la silice colloidale sono state applicate per nebulizzazione a bassa pressione. La nanocalce è stata applicata a pennello su supporto di velina inglese fino a rifiuto per un numero di applicazioni differenti secondo il rapporto di diluizione; tra un'applicazione e l'altra si è atteso un tempo minimo di 3 ore.. Nel corso del trattamento con la dispersione 1:8 sulla superficie del campione si è notata la comparsa di uno sbiancamento tanto più tenace ed irreversibile con il procedere della applicazioni; sui campioni trattati con la dispersione 1:5 il medesimo fenomeno è apparso più lieve ed è scomparso nebulizzando acqua sulla superficie.

Valutazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità

Per una valutazione indiretta della diminuzione del raggio dei pori e del grado di ricompattazione superficiale sono state effettuate prove di assorbimento d'acqua a pressione ambiente col metodo delle "spugnette"secondo la seguente procedura:
Del materiale sintetico idrofilo di 2x2x 0,5 cm. imbibito di acqua e pesato al centesimo di grammo e stato mantenuto a contatto della superficie per un tempo definito in 30 secondi, 1 minuti e 6 minuti. Successivamente sono stati ripesati e la diminuzione di peso viene riferita in percentuale al peso iniziale lordo di ogni spugnetta. Contestualmente un'altra spugnetta dalle identiche dimensioni è stata imbibita d'acqua, pesata e mantenuta nello stesso ambiente, ma a contatto con una superficie non assorbente; dalla differenza delle pesate si è calcolato il coefficiente percentuale relativo di evaporazione ambientale che è ovviamente dipeso dai parametri ambientali durante le misure. Per ogni prodotto è stata tracciata una curva rappresentativa dell'assorbimento delle superfici dei campioni, utilizzando intervalli di tempo maggiori e più numerosi, nei diversi momenti di misura (Figura 2).
Il parametro di assorbimento dei campioni non trattati è tratto dalla media dei valori ottenuti su sedici campioni per ciascun colore, mentre i dati relativi ai campioni trattati si intendono su almeno tre campioni per ciascun colore e per ogni prodotto testato.
I campioni trattati con resina microacrilica Microacril Cv 40 hanno mostrato un drastico decremento, praticamente costante, della quantità d'acqua assorbita rispetto al valore dei campioni non trattati nei tre tempi di misura fissati. Il decremento percentuale registrato dopo il trattamento e prima del ciclo d'invecchiamento, è pari al 93% in 30 secondi, al 92% in 1 minuto e decresce, in modo lieve, nei 6 minuti di contatto (89%)**[5]**. Le variazioni del comportamento all'acqua in seguito al trattamento sono macroscopicamente osservabili, in maniera più o meno evidente per tutti i prodotti testati, nel restringimento dell'area di assorbimento della spugnetta che, più ampia prima del trattamento, risulta precisamente corrispondente alla superficie di contatto dopo l'applicazione dei prodotti. Ciò indica che la superficie ha acquisito un maggior grado di compattezza superficiale da mettere in relazione, proporzionalmente ai tempi di contatto, con la diminuzione della dimensione dei pori coinvolti.
I campioni trattati con resina microacrilica Atomo hanno acquistato un carattere piuttosto idrofobo a causa delle proprietà intrinseche del polimero.
Il trattamento con la silice colloidale Ludox P- X30 ha comportato un decremento della quantità d'acqua assorbita estremamente lineare e costante. La percentuale media della riduzione dei grammi d'acqua assorbiti cresce proporzionalmente con l'invecchiamento fino ad assestarsi ,al termine dell'intero ciclo, con una riduzione media del 79%. E' evidente che il meccanismo di formazione del reticolo di silice amorfa (xerogel) prosegue e si assesta in un certo tempo, come hanno confermato le misure di peso effettuate sul provino dopo il trattamento. Il comportamento della struttura capillare è evidentemente dovuto ad un restringimento del diametro medio dei pori, e la struttura microcristallina pare interessata in modo piuttosto omogeneo dalla distribuzione del prodotto.
Il trattamento con idrossido di calcio nanometrico ha fornito risultati differenti secondo le concentrazioni impiegate: la dispersione più concentrata (0.0044 M) fa registrare valori quasi coincidenti con i dati ottenuti sui campioni non trattati, mentre la dispersione 1:15 ha presentato risultati soddisfacenti: l'assorbimento diminuisce

di oltre la metà rispetto alla media dei campioni non trattati, con un decremento, a 30 secondi di contatto della spugna, fino al 75%. Al termine dell'invecchiamento, la quantità d'acqua assorbita dai campioni trattati con la dispersione 1:15 diminuisce, in questo intervallo vengono registrate le variazioni più sensibili rispetto ai dati dei campioni non trattati. In particolare il decremento maggiore si è verificato a 30 sec. e a 1 min., con valori rispettivamente del 70 e 71 % e, presumibilmente, va messo in relazione con una riduzione del raggio dei pori che coinvolge una porzione della struttura microcristallina meno superficiale, con una migliore capacità di penetrazione rispetto alla dispersione 1:8. Evidentemente, la carbonatazione dell'idrossido di calcio nanofasico risulta completa solo dopo l'intero periodo di invecchiamento. In ogni caso e' da sottolineare che un buon consolidante deve diminuire l'assorbimento d'acqua, ma non in modo drastico idrofobizzando le superfici, come accade con i polimeri acrilici. In questo senso l'idrossido di calcio nanofasico e la silice colloidale presentano i comportamenti migliori.

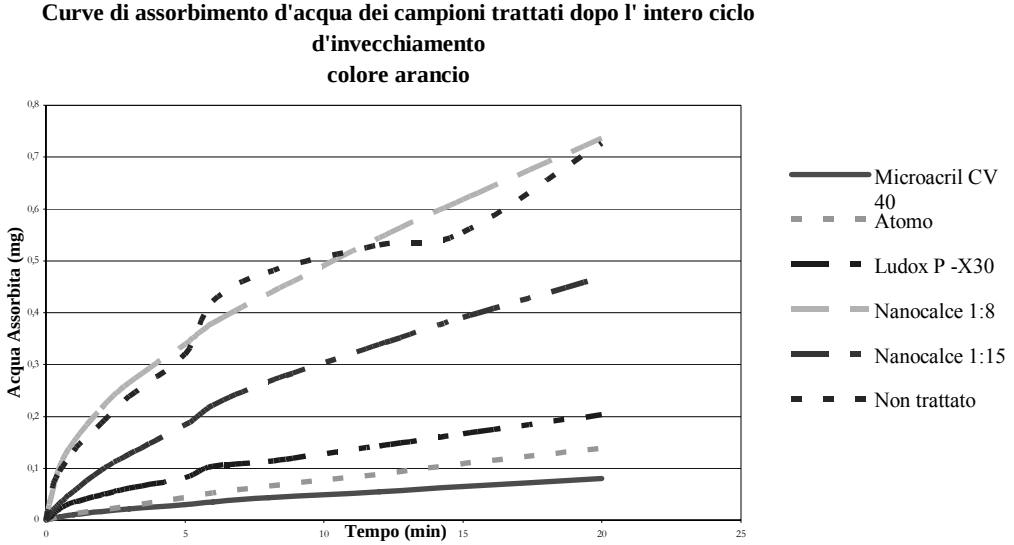


Figura 3- Curve d'assorbimento d'acqua dei campioni colore arancio.

Valutazione della capacità coesiva della pellicola pittorica

Per la verifica della capacità coesiva relativamente allo strato della pellicola pittorica dei prodotti, si è fatto riferimento alla norma ASTM n° 3359 che prevede lo *Scotch Tape Test* per la verifica dell'adesione di film protettivi su substrati metallici. La norma è stata adattata alle nostre esigenze impiegando un film trasparente di cellophane con sistema adesivo di gomma-resina naturale **[6]** .Si è proceduto applicando sulla superficie un piccola striscia di scotch della quale si è calcolata la densità superficiale e pesando la quantità di materiale asportato. **I**l test è stato ripetuto sui campioni trattati, prima e dopo l'invecchiamento artificiale, così da fornire un quadro della resistenza superficiale allo strappo delle superfici trattate con i diversi materiali testati, e valutare le eventuali modificazioni indotte dalle sollecitazioni termiche ed idrometriche (Figura 4).

Trattamento	-Δ% [7] prima dell'invecchiamento Decremento medio materiale asportato rispetto al provino non trattato	-Δ% dopo l'invecchiamento Media materiale asportato rispetto al provino non trattato
MICROACRIL CV 40	92%	86%
LUDOX P-X30	82%	73%
ATOMO	39%	-11%
NANOCALCE 1:8	-5%	-70%
NANOCALCE 1:15	18%	-13%

Figura 4 Materiale asportato dalla superficie dei campioni trattati, prima e dopo l'invecchiamento

I risultati migliori sono stati ottenuti con la microdispersione Microacril CV 40 prima e dopo l'invecchiamento: le superfici dei campioni trattati appaiono più compatte ed uniformi e mostrano una maggiore resistenza allo strappo. Il materiale asportato dopo il trattamento è pari a 0,7 mg, con un decremento percentuale medio rispetto alla quantità asportata dai campioni non trattati pari al 92%. Dopo il ciclo d'invecchiamento, il valore rimane pressoché invariato a conferma del mantenimento delle buone proprietà coesive anche in condizioni di stress.
Circa la microdispersione Atomo si sono registrati valori praticamente simili con una buona resistenza allo strappo: dopo il test d'invecchiamento artificiale la superficie sembra più fragile e la resistenza allo strappo

limitata ai primi micron di superficie pigmentata. Questo starebbe ad indicare che una quantità maggiore di prodotto si concentra sulla superficie, determinando probabilmente una coesione non omogenea.
Ottimi risultati sono stati ottenuti con il trattamento con silice colloidale Ludox P- X30, che ha conferito un elevato grado di planarità e coesione visibile e percepibile al tatto. La superficie trattata mostra un notevole aumento della resistenza allo strappo, che si traduce in un decremento percentuale medio pari all' 82% rispetto ai campioni non trattati, a conferma dell'ottimo potere coesivo ed adesivo della silice. Va comunque fatto rilevare che, nell'ultima serie di misure, è stato annotato, seppure in maniera contenuta, un aumento della quantità di materiale asportato, le cui cause andrebbero verificato dopo cicli di stress termoigrometrici di maggiore durata. Le due dispersioni di idrossido di calcio nanometrico, invece, non conferiscono un soddisfacente grado di coesione superficiale in entrambe le concentrazioni d'uso. Per la dispersione 1:15 il decremento percentuale del materiale asportato è solo del 18%, negativo per la dispersione 1:8. E' da riportare, tuttavia, che la dispersione 1:15 ha mostrato buone capacità coesive almeno prima del test d'invecchiamento artificiale registrando un lieve decremento percentuale medio della densità superficiale, mentre si ha una brusca flessione del valore dopo il ciclo d'invecchiamento. Occorre notare tuttavia che, data l'elevata disomogeneità dei campioni, i risultati del trattamento con Atomo e nanocalce registrano un elevato errore sperimentale che rende inaffidabile il risultato e pertanto non consentono di trarre una conclusione circa il ripristino delle proprieta' meccaniche. **[8]**

Valutazione della capacità coesiva degli strati preparatori

Al fine di misurare lo stato di coesione dei campioni trattati, sono state effettuate misure di resistenza alla perforazione con strumento DRMS, dotato di una punta tritagliente su supporto meccanico (Figura 5). La misura di Microdrilling registra la forza esercitata dalla punta che perfora la superficie compiendo un numero di giri costante per unità di tempo, alla velocità di penetrazione e fino a profondità selezionate: la forza esercitata dalla punta è misurata come resistenza del materiale in relazione alla compattezza dello stesso. I campioni trattati offrono, per la natura dei materiali che li compongono, un substrato eterogeneo, per cui le eventuali disomogeneità del tracciato sono da imputarsi ad elementi intrinseci.



Figura 5 Strumento DRMS per misura Microdrilling , test su campione

I risultati ottenuti sono la media di diverse misure effettuate su un campione per ogni trattamento prima e dopo l'invecchiamento artificiale. Si riportano anche i risultati di un campione non trattato di riferimento (Figura 6).
Il maggiore grado di coesione lo registra il campione trattato con la microemulsione Microacril CV 40 che conferisce una elevata resistenza, fino a quasi un millimetro di profondità; al di sotto di questo spessore la forza necessaria a perforare la malta decresce sensibilmente: presumibilmente il prodotto si concentra entro questo strato distribuendosi nello spessore in maniera disomogenea.
La microemulsione Atomo risulta meno efficace e la resistenza del campione è decisamente inferiore rispetto a quanto riscontrato nel caso precedente : si registra tuttavia un certo cambiamento nei valori dopo l'invecchiamento, mostrando maggiore compattezza oltre 1 mm di profondità.
La resistenza del campione trattato con silice colloidale Ludox P –X30 appare piuttosto uniforme ed estesa per un certo spessore, oltre i 2 mm. Dopo l'intero ciclo d'invecchiamento, la forza decresce lungo tutta la profondità considerata.
I trattamenti con le dispersioni di nanocalce non producono modificazioni rilevabili rispetto ai valori registrati sul campione non trattato: d'altra parte le dispersioni di nanocalce nascono come consolidanti esclusivamente degli strati superficiali (pellicola pittorica) e in quanto tali, rispetto a questo tipo di prova, non potevano che fornire questo risultato.

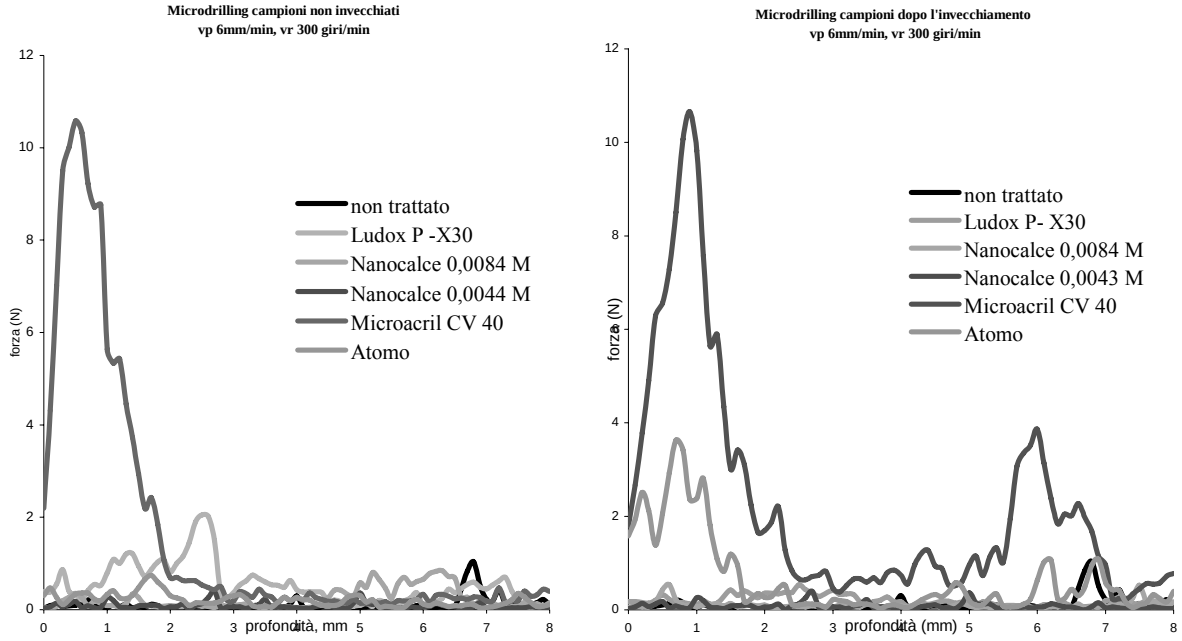


Figura 6- Test DMRS di resistenza alla perforazione prima dell'invecchiamento

Conclusioni

Dai risultati raccolti nel corso delle verifiche analitiche circa la variazione di assorbimento di acqua per capillarità le microemulsioni acriliche hanno mostrato una diminuzione praticamente costante nel tempo della quantità d'acqua assorbita, sebbene di per sé questa non possa essere invocata come proprietà positiva, in quanto modifica la naturale traspirabilità della struttura porosa. Tra i prodotti inorganici, interessante è stata la risposta del Ludox P- X30 per il quale è stato registrato un decremento della quantità d'acqua assorbita lineare e costante; tale comportamento è da collegarsi alla formazione del reticolo di silice amorfa (*xerogel*) che prosegue e si assesta in un certo tempo, come hanno confermato le misure di peso effettuate sul provino dopo il trattamento.
Delle due concentrazioni applicate di nanocalce, la dispersione 1:15 ha presentato i risultati più soddisfacenti con una diminuzione di acqua assorbita pari alla metà rispetto ai campioni non trattati.
Va comunque fatto rilevare che tutti i prodotti testati hanno conferito alle superfici un maggior grado di compattezza, infatti, almeno macroscopicamente, è stato osservato un netto restringimento dell'area di assorbimento di acqua. ad indicare una diminuzione della dimensione dei pori interessati .
Circa le prove di resistenza allo strappo e alla perforazione le due microemulsioni acriliche conferiscono ai campioni trattati il più alto grado di coesione. L'elevata proprietà consolidante è confermata in particolare per la microemulsione Microacril CV 40 che conferisce alle superfici trattate il miglior grado di coesione che rimane pressoché costante anche dopo il test d'invecchiamento artificiale. La microemulsione Atomo mostra superfici più fragili e meno coese e risulta meno efficace sia in termini di resistenza meccanica (test DRMS che di potere coesivo (Scotch Tape Test).

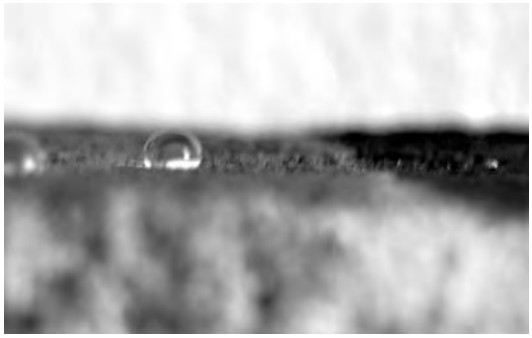


Figura 5-La forma sferoidale di una goccia d'acqua sulla superficie trattata con Microacril CV40.

La silice colloidale ha presentato risultati parimenti positivi: già le superfici dei campioni trattati con Ludox P – X30 appaiono più integre e si nota la restituzione di un notevole stato di planarità e la ricoesione dei granuli di pigmento. Inoltre, il grado di penetrazione del Ludox P –X30 nei campioni trattati è maggiore, come confermato dai risultati della misura di Microdrilling, ed il consolidante si diffonde più uniformemente rispetto alle microemulsioni acriliche.
Per quanto riguarda le dispersioni di idrossido di calcio nanometrico non e' possibile trarre conclusioni circa il ripristino delle proprieta' meccaniche desumibili da queste prove, fondamentalmente perche', essendo questo un

consolidante per strati micrometrici (penetrazione massima 150-200 micron), le misure svolte non consentono la valutazione su una scala dimensionale cosi' ridotta.
In conclusione, la comparazione ha mostrato che ogni consolidante ha i suoi punti di forza e i suoi punti di debolezza e che volta a volta, caso per caso, la scelta deve ricadere su uno o su un altro in dipendenza delle particolari circostanze e della valutazione critica di quanto possano pesare in quel caso specifico i punti di forza e di debolezza di ciascun metodo.

NOTE

[1] L'idrossido di calcio nanometrico (*CSGI*, Università di Firenze, Prof.L. Dei *et alii*) è prodotto attraverso sintesi .in mezzo organico e presenta dimensioni medie delle particelle di 0,2 μm; la silice colloidale Ludox P – X30, distribuita dalla ditta *Pietro Carini* SpA (Mi), ha dimensioni medie di 12 nm, mentre le microdisperioni acriliche Microacril CV40 (*Chem Spec*, Milano) ed Atomo (*Colorificio San Marco*-Venezia) hanno dimensioni comprese tra 20 e 40 nm.
[2] L'invecchiamento artificiale ha previsto un primo ciclo di due settimane (U.R. : 90%, T : 5°C nella prima settimana e 30°C nella seconda settimana) ed un secondo ciclo di invecchiamento artificiale della durata di tre settimane (U.R. : 90%, T: oscillazioni termiche nell'arco di 7 ore da 5°C a 40°C). La serie di misure eseguite dopo il trattamento sono state ripetute al termine del primo ciclo di due settimane ed al termine del secondo ciclo in camera climatica. Durante i cicli di invecchiamento i campioni sono stati sottoposti a irraggiamento UV con lampada a mercurio (Lampada Helios Italquartz tipo "H")
[3] È stato allestito un primo strato di malta (grassello di calce e sabbia silicea in rapporto di 1:7) ed un secondo strato(grassello di calce e sabbia silicea in rapporto di 1:4) su cui sono stati stesi i pigmenti nero fumo ed ossido arancio naturale (ditta Poggi- Roma) ciascuno su metà della superficie.
[4] Dei, L., Radicati, B., Salvadori, B., "Sperimentazione di un consolidante a base di idrossido di calcio nanofasico sugli affreschi della cappella del Podestà al Museo del Bargello di Firenze: aspetti chimico- fisici e prove di colore", Sulle pitture murali- riflessioni, conoscenze, interventi. Atti del convegno di studi, Bressanone 12- 15 luglio 2005. Dei, L., Salvadori, B., Arlango, E., Pietropoli, F., Scardellato, C., "Gli affreschi del XIII e XIV nella cripta di S. Zeno a Verona: la sperimentazione della nanocalce dispersa in alcol isopropilico durante l'intervento conservativo", Sulle pitture murali- riflessioni, conoscenze, interventi. Atti del convegno di studi, Bressanone 12- 15 luglio 2005
[5] -Δ%, media della diminuzione percentuale della quantità di acqua assorbita dai campioni trattati rispetto alla media dei campioni non trattati.
[6] Nastro adesivo 610, prodotto dalla ditta 3M.
[7] Tale valore è stato ottenuto nel modo seguente: media materiale asportato dopo il trattamento (mg) – media materiale asportato prima del trattamento (mg) / media materiale asportato prima del trattamento (mg).
[8] Media Atomo = $4{,}8 \pm 5{,}8$; media nanocalce 1:8 = $14{,}2 \pm 6{,}6$; media nanocalce 1:15 = $13{,}2 \pm 3{,}8$.

BIBLIOGRAFIA

1. Ambrosi, M., Dei, L., Giorgi, R., Neto, C., Baglioni, P., "Colloidal Particles of $Ca(OH)_2$: Properties and Application to Restoration of Frescoes", Langmuir 2001, *17*, 4251- 4255;
2. Baglioni, P., Giorgi, R., "Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage", The Royal Society of Chemistry, Soft Matter, 2006, 2, 293- 303;
3. Cadorin, A., "Studio del comportamento di consolidanti in dispersione acquosa applicati su supporti porosi", Tesi di Laurea, Rel. E. Zendri, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Università degli Studi di Venezia Cà Foscari, A/A 2003- 2004.
4. Dei, L., Radicati, B., Salvadori, B., "Sperimentazione di un consolidante a base di idrossido di calcio nanofasico sugli affreschi della cappella del Podestà al Museo del Bargello di Firenze: aspetti chimico- fisici e prove di colore", Sulle pitture murali- riflessioni, conoscenze, interventi. Atti del convegno di studi, Bressanone 12- 15 luglio 2005;
5. Dei, L., Salvadori, B., Arlango, E., Pietropoli, F., Scardellato, C., "Gli affreschi del XIII e XIV nella cripta di S. Zeno a Verona: la sperimentazione della nanocalce dispersa in alcol isopropilico durante l'intervento conservativo", Sulle pitture murali- riflessioni, conoscenze, interventi. Atti del convegno di studi, Bressanone 12- 15 luglio 2005;
6. Fortunati, G., "Studio chimico –fisico sull'effetto consolidante della silice colloidale in calce tradizionali"; Tesi di Laurea. Rel. G.Biscontin, A.A.1997-98, Facoltà di Scienze MM.FF.NN. , Università Cà Foscari, Venezia
7. Giorgi, R., Dei, L., Baglioni, P., "A new method for consolidatine wall painting based on dispersion of lime in alcohol", Studies in Conservation, 45, 2000, 154- 161;
8. Zendri E. et al., Characterization and reactivity of silicatic consolidants. Construction and building Materials (2006).

ESPLORAZIONE DELLA TOMBA DELLA MERCARECCIA (TARQUINIA) PER UN'ANALISI DESCRITTIVA DEI MICROORGANISMI COLONIZZATORI E SELEZIONE DI CEPPI DI INTERESSE BIOTECNOLOGICO PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO

Anna Rosa Sprocati[*], Chiara Alisi[*], Flavia Tasso[*], Elisabetta Vedovato[**], Nicoletta Barbabietola[**]

[*]Ricercatore, sprocati@casaccia.enea.it, chiara.alisi@casaccia.enea.it, flavia.tasso@casaccia.enea.it
[**] Tesista, nicolettab.79@libero.it, ilvedo@libero.it
Dipartimento Ambiente, Clima e Sviluppo Sostenibile, Sezione Sviluppo di metodi innovativi per l'analisi ambientale. ENEA-Casaccia, via Anguillarese 301- 00123 Roma

Abstract

Scopo del lavoro è la una caratterizzazione esplorativa della flora microbica eterotrofa presente all'interno della tomba etrusca della Mercareccia (Tarquinia), in vista di un futuro progetto di restauro che la Soprintendenza intende promuovere. I prelievi effettuati sulle superfici del *dromos* e della camera inferiore in 10 diversi punti hanno portato all'isolamento di 142 diversi morfotipi di colonie, 127 dei quali sono stati identificati mediante sequenziamento del gene completo 16S e 18S e i rimanenti non risultano ancora identificati. Tra i batteri i più frequenti sono quelli dell'ordine Actinomycetales (*Streptomyces*, *Microbacterium*, *Rhodococcus*) e Bacillales (*Bacillus* e *Paenibacillus*), diversamente distribuiti nelle due camere: nel *dromos* prevalgono i Bacillales, nella camera inferiore prevalgono gli Actinomycetales. I funghi, distribuiti nei vari generi più omogeneamente rispetto ai batteri, appartengono ai taxa dei Sordariomycetes, Eurotiomycetes, Ascomycota mitosporici e Dothideomycetes. La maggior parte dei ceppi isolati sono già stati descritti in ambienti similari sia in Italia che in altri Paesi, mentre il 16% degli isolati non risulta finora descritto in relazione ad opere di interesse storico-artistico .

Al fine di individuare quali microorganismi tra i ceppi batterici isolati possano essere adatti per applicazioni biotecnologiche nell'ambito della conservazione e del restauro, la ricerca è stata focalizzata sulla selezione di due opposte caratteristiche metaboliche: la capacità di degradare patine carbonatiche e la capacità di precipitare cristalli di carbonato di calcio. Tra i ceppi isolati solo 5 presentano la capacità di solubilizzare i carbonati (*Cellulosimicrobium cellulans*, *Cellulomonas cellulans, Staphilococcus haemolyticus* ed un ceppo appartenente alle Actinomycetaceae). La capacità di precipitare cristalli di carbonato di calcio è invece presente in 71 ceppi (65% degli isolati), tra cui i più efficienti sono i ceppi appartenenti alle specie: *Rhodococcus erytropolis*, *Rhodococcus sp.*, *Microbacterium sp.* e 2 ceppi di *Bacillus simplex*. La diffrattometria a raggi X ha rivelato che i cristalli prodotti sono costituiti da sola calcite e, per *Rhodococcus sp.* da calcite mista a vaterite. La migliore capacità di calcinogenesi, studiata applicando *in vivo* le patine batteriche di 5 ceppi selezionati su blocchetti di Pietra di Lecce. è stata mostrata dal ceppo TSND13 *Rhodoccoccus erythropolis*, specie applicata per la prima volta come agente di biorestauro. Il ceppo TSND13 riduce l'assorbimento dell'acqua di circa il 20% rispetto al controllo e non altera percettivamente il colore originario della pietra. Infine, è stata studiata con risultati positivi la capacità di indurre la formazione di calcite da parte della frazione cellulare (BCF) dei ceppi selezionati, con lo scopo di superare i problemi derivanti dall'applicazione diretta di batteri sulle pietre monumentali (colonizzazione secondaria, prodotti metabolici dannosi).

Introduzione

L'ingente patrimonio storico-artistico dell'Italia comprende numerosi siti ipogei, quali chiese rupestri e luoghi di culto, che rappresentano per certi versi un *unicum* ed ospitano migliaia di pregevoli affreschi. Questo tipo di ambienti rappresenta una nicchia ecologica particolare nella quale si stabiliscono condizioni ambientali in cui luce, umidità, temperatura, input di nutrienti e natura porosa del substrato diventano fattori favorevoli e determinanti per la colonizzazione microbica, spesso responsabile del biodeterioramento. Le soluzioni da adottare per la salvaguardia dei siti confinati di interesse storico-artistico non possono prescindere dalla conoscenza dell'ecologia, della struttura, della diversità e del funzionamento dei microorganismi colonizzatori. La conoscenza del metabolismo microbico responsabile del degrado di materiali lapidei permette di capire come sfruttare favorevolmente questi microorganismi deteriogeni per applicazioni nel campo della conservazione e del restauro, trasformandoli in una potenziale risorsa (Saiz-Jimenez, 1997; Webster and May, 2006). Ne sono un esempio l'impiego di ceppi batterici nella rimozione di croste di solfati, nitrati e sostanze organiche (Ranalli et al., 2000) oppure l'applicazione di colture di ceppi batterici calcinogenici in grado di precipitare cristalli di calcite all'interno del materiale per il bioconsolidamento (Castanier et al., 2000; Tiano e Cantisani, Progetto BIOREINFORCE).

Il sito di interesse del presente lavoro è la Tomba della Mercareccia, una delle più grandi tombe etrusche della necropoli del Monterozzi (Tarquinia), databile tra la seconda metà del IV sec e gli inizi del III sec a.C e scoperta

nel 1735, La tomba è costituita da due camere disposte su due livelli: la camera superiore, o *dromos* dalla quale si accede alla camera inferiore mediante una scalinata (Steingraber, 1984). La tomba, un tempo ampiamente decorata da affreschi e fregi colorati che ne ornavano le pareti, appare oggi in uno stato di completo abbandono: degli antichi dipinti, documentati da disegni di Byres, non è rimasto più nulla, eccetto alcune tracce di colore rosso appena visibili sul soffitto. La tomba, scavata nel macco (pietra calcarea) è oggi ricoperta da incrostazioni e patine evidenti, di natura non omogenea.
Scopo di questo lavoro è una caratterizzazione esplorativa della flora microbica eterotrofa colonizzatrice della tomba della Mercareccia, in vista di un progetto di restauro che la Soprintendenza intende promuovere. Tra i microrganismi colonizzatori dell'ipogeo, si è poi proceduto alla selezione di batteri come potenziali agenti nel biorestauro, focalizzando la ricerca su due opposte funzioni metaboliche presenti in due diversi gruppi di batteri: i solubilizzatori di carbonato di calcio e i calcinogenici, che invece precipitano cristalli di carbonato di calcio. Questi ultimi sono stati quindi impiegati per una applicazione sperimentale per il bioconsolidamento di materiali lapidei. Infine è stata verificata, in via esplorativa, la possibilità di ottenere la precipitazione di carbonati dalle sole frazioni cellulari estratte dai batteri impiegati nell'esperimento di bioconsolidamento. Nel presente articolo sarà prevalentemente descritta la parte del lavoro concernente le applicazioni biotecnologiche.

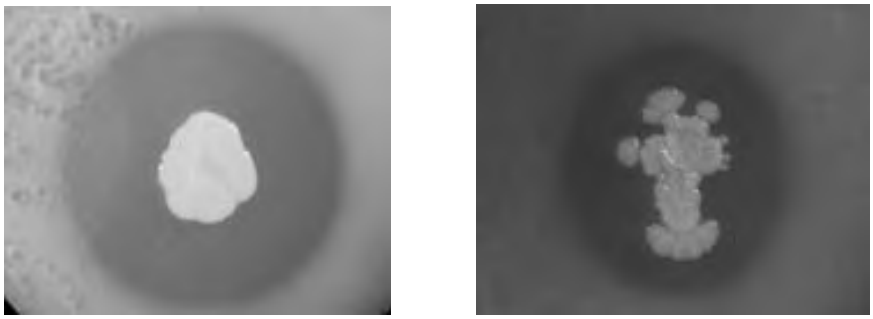
Materiali e Metodi

Dopo un sopralluogo della tomba, sono state visivamente identificate alcune caratteristiche delle pareti e dei soffitti di interesse per le patine o le incrostazioni osservate,. Sono state in questo modo individuate dieci aree, su cui sono stati effettuati i prelievi, in accordo con il protocollo NORMAL 3/80 (1980). Per ogni zona individuata il prelievo è stato eseguito su aree di 10 x 15 cm. Complessivamente sono state campionate tre aree nel dromos e sette nella camera inferiore. Le aree sono state siglate con le iniziali della camera, la caratteristica e la posizione, nel seguente modo: DFVB(*Dromos,* patina verde-bianca, sulla parete destra, vicino alla finestra); DPBS: *Dromos,*crosta bianca, sulla parete sinistra, davanti alla porta della tomba; DAN (*Dromos,*crosta nera, sulla parete destra in alto) TSC (Tomba, patina di colore rosso, sul soffitto; TSND (Tomba, crosta nera sulla parte destra del soffitto; TSG (Tomba, goccioline di umidità, sulla parte centrale del soffitto); TSNRS (Tomba,crosta nero/rossa sulla parte sinistra del soffitto; TPSB (Tomba,crosta bianca e grigia, sulla parete sinistra; TPBF (Tomba, crosta bianca, sulla parete, al lato sinistro della porta; TPID (Tomba,parete destra, al centro in alto, intonaco).
L'isolamento della flora eterotrofa coltivabile è stata effettuata su due diversi terreni agarizzati: TSA per i batteri e PDA per i funghi. Dopo purificazione dei diversi morfotipi di colonie individuati, l'identificazione dei microrganismi isolati è avvenuta mediante estrazione del DNA totale di ogni ceppo batterico e fungino, secondo il protocollo descritto da Osborn (2000), la successiva amplificazione dei geni r-DNA è stata ottenuta mediante PCR con i seguenti primers: per il 16S, con la coppia P0 (GAG AGT TTG ATC CTG GCT CAG) e P6 (CTA CGG CTA CCT TGT TAC GA), e per il 18S, con la coppia EF4f (GGA AGG GAT GTA TTT ATT AG) e EF3r (TCC TCT AAA TGA CCA GTT TG); il sequenziamento dei prodotti di amplificazione è stato poi effettuato mediante ABI-PRISM e le sequenze confrontate con la banca dati del Ribosomal Data Project (http://rdp8.cme.msu.edu).
La selezione dei ceppi microbici solubilizzatori del carbonato di calcio è stata effettuata su terreno agarizzato TSA su cui è stata distribuita una sospensione di $CaCO_3$ 1% a pH 8,4. Il test di solubilizzazione, eseguito secondo il metodo NORMAL 9/82, ha permesso di individuare i microorganismi capaci di formare un alone di chiarificazione del carbonato dopo 3 e 7 giorni di incubazione. La selezione dei batteri calcinogenici è avvenuta coltivando i batteri sul terreno B4 agarizzato, costituito da 4 g/l di acetato di calcio, 4 g/l di estratto di Lievito, 0,5 % di Glucosio, pH 8 (Bouquet e al., 1979). I microrganismi sono stati lasciati crescere a 28 °C per 40 giorni (Urzì et al., 1999). Per rilevare la natura carbonatica dei cristalli presenti sulle colonie è stato utilizzato il test dell'HCl (Bouquet e al., 1979). Per caratterizzare i cristalli precipitati, si è proceduto alla loro purificazione dalle colonie (Ryvadeneira et al., 1994) e all'analisi con diffrattometro a raggi X HUBER – XCS. I dati rilevati sono stati analizzati utilizzando la banca dati PDF2 della ICDD (International Center for Diffraction Data), con il programma WinSearch 32 della Ital Structures.
Gli esperimenti di bioconsolidamento sono stati eseguiti su blocchetti di Pietra di Lecce di dimensioni di 5 x 5 x 1 cm utilizzando 5 diversi ceppi batterici, selezionati tra quelli calcinogenici: TPBF 2 (*Bacillus simplex*), TSG 16 (*Bacillus simplex*), TSND 13 (*Rhodoccoccus erytropolis*), TPBS 4 (*Rhodoccoccus sp.*) e TSC 8 (*Microbacterium sp.*).L'esperimento è stato condotto seguendo il protocollo descritto in Tiano et al. (1999). Ogni prova è stata effettuata in triplicato per ogni ceppo batterico impiegato e per il bianco di riferimento (terreno B4 non inoculato) su pietre sterilizzate. Al fine di seguire il comportamento dei microrganismi sulla pietra e per assicurare l'assenza di contaminazioni durante il periodo di trattamento alcune pietre sono state rivestite con un sottile strato di agar sciolto in soluzione fisiologica, e sono state sottoposte, in parallelo, alle stesse operazioni descritte per l'esperimento di bioconsolidamento. Questa soluzione ci ha permesso di monitorare l'andamento dell'esperimento, osservando lo sviluppo delle colonie in condizioni analoghe a quelle

impiegate nella fase preliminare della sperimentazione, in cui lo sviluppo delle colonie e la formazione dei cristalli venivano osservati su terreno agarizzato, allo stereomicroscopio. L'efficienza di bioconsolidamento sulla Pietra Leccese è stata valutata misurando l'assorbimento capillare di acqua, effettuato sia prima che dopo il trattamento con i batteri (Tiano et al, 1999); al fine di verificare gli affetti estetici del trattamento , sono state misurate le variazioni di colore, secondo i metodi NORMAL 43/93 (1993), con il colorimetro Minolta CM – 525i, scegliendo come sistema illuminante di riferimento, 10°/ D 65 (luce del giorno media, inclusa la regione UV) e come spazio colorimetrico di riferimento, L* a* b*. Per verificare la capacità di formazione di biofilm e di penetrazione delle colonie all'interno della pietra, le sezioni stratigrafiche ottenute dai blocchetti di Pietra Leccese trattate e non trattate sono state analizzate al SEM , che ha permesso anche di analizzare la natura carbonatica dei cristalli precipitati.
Il test di precipitazione di calcite "in vitro", cioè da parte delle sole frazioni cellulari è stato effettuato estraendo le frazioni cellulari batteriche (BCF) secondo il protocollo di Barabesi e al. (2006) e saggiandone la capacità di indurre la precipitazione di calcite (Addadi e Weiner, 1985). A tal fine è stata fornita come fonte di calcio una soluzione di $CaCl_2$ in cui viene introdotto il campione da testare e una fonte di carbonato derivata dalla sublimazione del carbonato di ammonio, in ambiente chiuso, che porta alla formazione di ammoniaca e biossido di carbonio. Il biossido di carbonio allo stato gassoso, in equilibrio con la forma sciolta in acqua, produce dapprima ioni bicarbonato e infine ioni carbonato. Si forma in tal modo un ambiente alcalino che favorisce la produzione di carbonato di calcio. La stima della quantità di cristalli prodotta è stata effettuata mediante l'attribuzione di valori arbitrari in base all'osservazione allo stereomicroscopio, paragonando ogni campione al controllo (una soluzione di cloruro di calcio non inoculato con la frazione BCF) cui è stato attribuito il valore +.

Risultati

Analisi descrittiva dei microorganismi colonizzatori: complessivamente sono stati isolati 142 diversi morfotipi di colonie. Mediante sequenziamento del r-DNA 16S e 18S sono stati identificati 127 dei microrganismi isolati. Tra i batteri i più frequenti sono quelli dell'ordine Actinomycetales, in particolare i generi *Streptomyces*, *Microbacterium*, *Rhodococcus*. Abbondanti sono anche i batteri del gruppo dei Bacillales, tra cui i generi *Bacillus* e *Paenibacillus*. Si osserva inoltre una distribuzione diversa dei generi nelle due camere della tomba: mentre nel *dromos* prevalgono i Bacillales, nella camera inferiore prevalgono gli Actinomycetales, noti per essere i primi colonizzatori degli ambienti ipogei. I funghi, distribuiti nei vari generi più omogeneamente rispetto ai batteri, appartengono ai taxa dei Sordariomycetes, Eurotiomycetes, Ascomycota mitosporici e Dothideomycetes. Nel complesso, si osserva una maggiore biodiversità dei microrganismi isolati dalla camera inferiore, ambiente a minor contatto con l'ambiente esterno. La maggior parte dei microrganismi isolati sono già stati descritti in letteratura come colonizzatori di ambienti similari di interesse storico-artistico, mentre il 16% degli isolati non risulta finora descritto in relazione al patrimonio artistico. Tra questi, i batteri sono rappresentati dai generi *Isoptericola*, *Cellulosimicrobium*, *Stenotrophomonas*, *Ochrobactrum*, *Lysobacter e i* funghi dai generi *Lecanicillium*, *Tritirachium*, *Torrubiella*, *Microascus*, *Preussia*, *Paecilomyces.*
Selezione di batteri come potenziali agenti nel biorestauro. La capacità di solubilizzare i carbonati è una funzione metabolica poco rappresentata, solo pochissimi ceppi ne sono risultati capaci: DFVB6 (*Staphylococcus haemoliticus*), TPBF 10 e TPID 1 (*Cellulosimicrobium cellulans)* TPBF 11 *(Cellulomonas cellulans)* e DPBS 7 (un ceppo appartenente alle Actinomycetaceae). Il ceppo DFVB 6, *Staphylococcus haemolyticus*, risulta il più efficace nella velocità di solubilizzazione, ma il ceppo TPBF 11, *Cellulomonas cellulans*, sebbene più lento, presenta un'attività più persistente nel tempo (fig. 1 a,b). Questa capacità dei batteri di solubilizzare $CaCO_3$ è interessante, in quanto la tomba dalla quale sono stati isolati è scavata interamente nel *macco*, roccia calcarea. La comunità microbica, nei secoli, può, quindi, aver contribuito, e può continuare a contribuire, al degrado di questo ambiente. In considerazione del duplice ruolo che il metabolismo di un microrganismo può assumere, questi microorganismi possono rientrare nel gruppo di quei ceppi di interesse biotecnologico per applicazioni in questo settore, come potenziali degradatori di patine ed incrostazioni indesiderate.



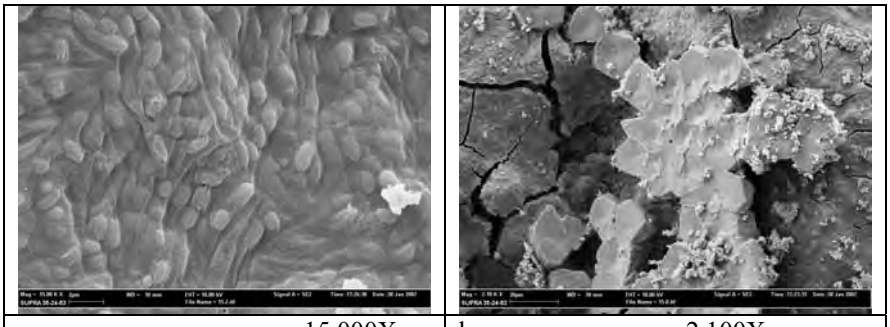
a b

Figura 1. Aloni di solubilizzazione di $CaCO_3$ da parte dei ceppi DFVB 6 *Staphylococcus haemolyticus (a)* e TPBF11 *Cellulomonas cellulans (b),* dopo 7 giorni di incubazione

La capacità di precipitare cristalli di carbonato di calcio è invece un tratto metabolico molto diffuso tra la comunità microbica presente, infatti, mediante il test dell'HCl, è stato possibile individuare 71 ceppi batterici calcinogenici, corrispondente al 65% dei batteri isolati,. I generi più rappresentati sono *Bacillus* (24 ceppi) e *Streptomyces* (18 ceppi). Gli altri generi batterici rappresentati sono *Rhodoccoccus* (7 ceppi), *Paenibacillus* (2 ceppi) e *Pseudomonas* (1 ceppo), già noti in letteratura per le loro capacità calcinogeniche. Sono inoltre stati messi in luce alcuni ceppi batterici appartenenti ai generi *Microbacterium* e *Stenotrophomonas,* (3 ceppi), *Ochrobactrum* (2 ceppi) e *Lysobacter* (1 ceppo) per i quali finora non risultano descritte capacità calcinogeniche,. I 71 ceppi microbici calcinogenici isolati ci permettono di disporre di una banca di cristalli di differenti colorazioni e dimensioni, che può risultare utile per applicazioni su materiale lapideo che presenta policromie.

In base alla numerosità dei cristalli precipitati sulle colonie, al loro tempo di formazione, al colore e alla risposta al test dell'HCl, sono stati selezionati per le prove di bioconsolidamento cinque ceppi: TPBF 2 (*Bacillus simplex*), TSG 16 (*Bacillus simplex*), TSND 13 (*Rhodoccoccus erytropolis*), TPBS 4 (*Rhodoccoccus sp*.) e TSC 8 (*Microbacterium sp*.).La caratterizzazione, mediante diffrattometria a raggi X, dei cristalli prodotti dai cinque ceppi batterici selezionati per la prova di bioconsolidamento, in accordo con i dati riportati in letteratura, ha rilevato la presenza di calcite nei cristalli formati dai ceppi TSG 16, TPBF 2, TSND 13 e TSC 8 e, per il ceppo TPBS 4, la presenza rilevante di vaterite mista a calcite. La vaterite è una forma metastabile di $CaCO_3$, piuttosto rara negli ambienti naturali, in quanto tende naturalmente a trasformarsi nelle forme più stabili di carbonato, la calcite e l'aragonite, ma molto diffusa come costituente dei cristalli biogenici prodotti dai batteri, in quanto è stata riscontrata in numerosi lavori (Sanchez-Moral et al., 2003).

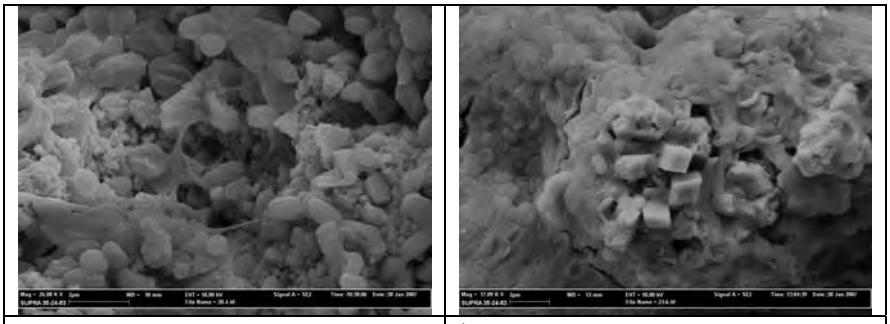
Le immagini al SEM delle superfici trattate con i batteri calcinogenici mostrano che tutti i ceppi producono biofilm microbici calcificati (figura 2a, 2b, 3a, 3b); l'aspetto mucoso è dovuto alla presenza delle sostanze polisaccaridiche, (EPS), che inglobano i corpi batterici e ne permettono l'adesione alla superficie della pietra. Si può supporre infatti che la formazione delle EPS da parte dei batteri che si accrescono sulla pietra favorisca la precipitazione di $CaCO_3$, tramite formazione di gradienti alcalini in risposta all'attività metabolica e all'attrazione degli ioni calcio sui siti carichi negativamente ((Riding, 2000). Le analisi del biofilm mediante EDS mostrano, per tutti i campioni, la presenza di Ca (calcio), C (carbonio) e O (ossigeno), a testimonianza della natura carbonatica della patina biologica formata. Per alcuni campioni si è osservata la presenza di cristalli veri e propri, i quali sembrano deposti sopra il biofilm per i ceppi TPBF 2 (figura 2b, *Bacillus simplex*) e TSC 8 (*Microbacterium sp.*) e assumono forma irregolare, quasi tabulare, mentre si presentano della tipica forma romboedrica della calcite e appaiono più immersi nella matrice polisaccaridica, i cristalli prodotti dal ceppo TSND 13 (figura 3b, *Rhodoccoccus erytropolis*).



a 15.000X b 2.100X

Figura 2. Immagini al SEM della patina batterica di *Bacillus simplex*. Cellule batteriche di forma allungata, in alcune parti inglobati nella matrice EPS (a) con cristalli di calcite di forma tabulare (b).

.



a 26.000X b 17.000X

Figura 3. Immagini al SEM della patina batterica di *Rhodoccoccus*. Cellule batteriche (a) e cristalli di calcite romboedrica immersi nel biofilm batterico (b).

A seguito del trattamento per il bioconsolidamento, la capacità di assorbimento di acqua per capillarità della pietra di Lecce diminuisce per tutti i campioni trattati con i batteri calcinogenici in terreno B4 di un valore variabile dal 45 al 73 % (tabella 1). Anche i campioni di controllo, trattati con il solo terreno B4, mostrano un notevole decremento nella quantità di acqua assorbita, probabilmente dovuto all'evaporazione della soluzione che favorisce il deposito dei sali all'interno dei pori del materiale. I trattamenti che producono una variazione significativa rispetto al controllo sono quelli effettuati con il ceppo TSND 13 (*Rhodoccoccus erytropolis*) cha riduce l'assorbimento del 67,43% *(18% vs controllo)* e il TPBF 2 (*Bacillus simplex*) che mostra la maggiore potenzialità come agente consolidante, riducendo del 73,12 % l'assorbimento di acqua *(23% vs controllo)*.

MICRORGANISMO	Δ assorbimento H_2O (%)	ΔE *	BCF
TPBF 2 *Bacillus simplex*	73,12 ± 4,62	6,43 ± 0,23	++++
TSG 16 *Bacillus simplex*	45,12 ± 4,79	7,39 ± 0,71	+++
TPBS 4 *Rhodococcus sp.*	53,60 ± 5,29	3,79 ± 0,59	++++
TSND 13 *Rhodoccoccus erytropolis*	67,43 ± 3,25	5,89 ± 0,62	++++
TSC 8 *Microbacterium sp.*	52,57 ± 1,95	18,19 ± 7,83	+++
Controllo	50,17 ± 6,63	5,55 ± 1,28	+

Tabella 1. Riduzione dell'assorbimento di acqua per capillarità (%), variazione delle coordinate colorimetriche (ΔE *) e produzione di cristalli da parte della frazione cellulare batterica (BCF)

Per quanto riguarda l'effetto cromatico indotto dal consolidamento mediato dai batteri, le misure effettuate con il colorimetro come si osserva dai valori di ΔE* riportati in tabella 1 mostrano che le pietre subiscono un ingiallimento e una diminuzione di riflettanza, dovuti probabilmente, come testimoniato dal valore di ΔE* del controllo, al tipo di terreno utilizzato, il quale si presenta di colore giallo chiaro e opaco per via delle particelle di acetato di calcio che rimangono nel terreno sotto forma di polvere, che tende a precipitare. Questo ingiallimento è appena percepibile ad occhio nudo per le pietre trattate con TSND 13 (*Rhodoccoccus erytropolis)* e per il controllo, mentre non si nota alcuna differenza cromatica tra le pietre non trattate e quelle trattate con TPBS 4 (*Rhodoccoccus sp.)* La differenza tra le pietre non trattate e le pietre trattate con TPBF 2 (*Bacillus simplex)* e TSG 16 (*Bacillus simplex)* è leggermente più evidente, a causa della diminuzione di riflettanza subita, che le rende lievemente meno luminose. Infine, le pietre trattate con TSC 8 (*Microbacterium sp*.) presentano una notevole variazione cromatica, assumendo un colore giallo intenso dovuto alle colonie batteriche, che anche su terreno agarizzato sono pigmentate. In considerazione degli effetti complessivi del trattamento, il ceppo migliore si è dimostrato il ceppo TSND13 *Rhodoccoccus erythropolis*. Questo ceppo,

applicato per la prima volta come agente di biorestauro,, riduce l'assorbimento per capillarità dell'acqua di circa il 18% rispetto al controllo e non altera percettivamente il colore originario della pietra. I risultati sono comparabili ad altri ottenuti da altri autori (Tiano et al.,1999, Tiano progetto Bioreinforce).

Per ovviare ad alcuni svantaggi che l'applicazione diretta di batteri vitali potrebbe produrre (prodotti di nuova formazione generati dal metabolismo batterico, che possono reagire chimicamente con i minerali della pietra, o colonizzazioni secondarie da parte di funghi o altri microrganismi, attratti dalla elevata presenza di nutrienti organici) è stato proposto (Barabesi e al; 2006) l'utilizzo di frazioni cellulari batteriche (BCF) come nucleo di cristallizzazione per la precipitazione di calcite. Il test di precipitazione della calcite mediante le frazioni cellulari estratte dai 5 ceppi microbici impiegati nell'esperimento di bioconsolidamento (tabella 1,) ha dato risultati positivi per tutti i ceppi. Per verificare la dipendenza della precipitazione della calcite dalla quantità di frazione cellulare batterica, che funge da nucleo di cristallizzazione e per paragonare meglio l'attività calcinogenica dei diversi ceppi, sono state utilizzate quantità di biomassa equivalente per tutti i microrganismi (0,6 g/l). Questo valore corrisponde tuttavia solo per il ceppo TPBF2 *Bacillus simplex* alla fase esponenziale di crescita, che sembra la più idonea allo scopo. Dalla tabella si osserva che tutti i campioni testati precipitano una quantità di cristalli superiore al controllo; i ceppi più efficaci sono i due *Rhodococcus* TPBS 4, TSND 13 e il *Bacillus simplex* TPBF2. I risultati mostrano come la precipitazione dei cristalli carbonatici non dipenda semplicemente dalla quantità di frazione cellulare che funge da centro di nucleazione per i minerali carbonatici, ma probabilmente è influenzato dalla composizione chimico – fisica della parete e delle membrane cellulari, nelle quali esistono composti chimici variabili da ceppo a ceppo, in grado di influenzare la precipitazione del carbonato di calcio.

Conclusioni

L'indagine microbiologica documenta come ad oggi si sia sviluppata, in assenza di interventi di conservazione e restauro, la comunità microbica eterotrofa nell'ambiente ipogeo della tomba della Mercareccia e pone le basi per stabilire un futuro protocollo di monitoraggio, in vista di un progetto di restauro che la Soprintendenza intende promuovere. L'indagine ha permesso di isolare microrganismi finora non ancora descritti in letteratura in relazione al patrimonio artistico : *Isoptericola*, *Cellulosimicrobium*, *Stenotrophomonas*, *Ochrobactrum*, *Lysobacter* tra i batteri e
Lecanicillium, *Tritirachium*, *Torrubiella*, *Microascus*, *Preussia*, *Paecilomyces* tra i funghi.

Alcune delle specie a cui appartengono i ceppi identificati in questo lavoro sono state già sfruttate, o saranno oggetto di future sperimentazioni, come strumenti di nuove biotecnologie impiegate nel campo del restauro dei beni culturali. La capacità di alcuni dei batteri isolati di solubilizzare $CaCO_3$ è interessante, in quanto la tomba dalla quale sono stati isolati è scavata interamente nel *macco*, roccia calcarea e questa comunità microbica, nei secoli, può aver, quindi, contribuitoal degrado di questo ambiente, ma la tempo stesso questi batteri possono essere sfruttati come potenziali degradatori di patine ed incrostazioni indesiderate.

L'uso di batteri calcinogenici nel restauro dei materiali lapidei presenta sicuramente notevoli vantaggi.Tra i ceppi calcinogenici isolati, questo studio ha evidenziato quattro generi per cui non era stata finora riportata la capacità calcinogenica (*Microbacterium Stenotrophomonas, Ochrobactrum* e *Lysobacter)* e nel complesso ha consentito la creazione di una banca di ceppi che producono cristalli di diversi colori e dimensioni, che può risultare utile per applicazioni su materiale lapideo policromo. A questo scopo, il ceppo TSND 13 da noi selezionato e appartenente alla specie *Rhodoccoccus erythropolis,* mai utilizzata in precedenza in trattamenti di bioconsolidamento su pietra di Lecce, è risultato il migliore, considerando la riduzione di assorbimento di acqua per capillarità (circa 20% *vs* controllo), le alterazioni nel colore della pietra, il tipo di biofilm prodotto e il tipo e la quantità di cristalli precipitati.

Inoltre, questo lavoro fornisce alcuni dati per approfondire la conoscenza dei meccanismi coinvolti nella precipitazione microbica di carbonato di calcio, di cui si conosce ancora molto poco, e per lo sviluppo di applicazioni di biorestauro consone alle caratteristiche del materiale da trattare. Lo sviluppo del lavoro prevede infatti il confronto tra i cristalli prodotti dai batteri e quelli prodotti dalle frazioni cellulari isolate, al fine di verificare il ruolo del metabolismo sulle caratteristiche del cristallo (colore, dimensione, forma e natura chimica); prove di bioconsolidamento attraverso l'applicazione diretta delle frazioni BCF sulle pietre e l'utilizzo di tecniche NMR per verificare la formazione dei cristalli all'interno della pietra e per valutare la variazione della porosità in risposta ai trattamenti.

BIBLIOGRAFIA

Addadi L., Weiner S., "*Interactions between acidic protein and crystals: stereochemical requirements in biomineralization*", in *Proc. Natl. Acad. Sci*. 1985, 82: 4110-4114

Barabesi C., Mastromei G., Perito B., "*La carbonatogenesi batterica nella conservazione delle opere d'arte lapidee*", in "*Biologia e archeobiologia nei beni culturali, conoscenze, problematiche e casi di studio",* AIAR e Musei Civici Como editore, 2006, 236-247.
Boquet E, Bordonat A, Ramos Cormenzana A., "*Production of calcite crystals by soil bacteria is a general phenomenon*", in "*Nature",* 1973, 527–528.
Castanier S., Le Metayer-Levrel G., Perthuisot J.P., "*Ca-carbonates precipitation and limestone genesis—the microbiogeologist point of view*", in "*Sedimentary Geology"*, 1999, 9–23.
Castanier S., Le Metayer-Levrel G., Orial G., Loubrier J.F., Perthuisot J.P., "*Bacterial carbonatogenesis and applications to preservation and restoration of historic property*" in " *Of microbes and art*", Ciferri O., Tiano P., Mastromei G. Editori, Kluwer Academic/ Plenum Publisher, New York, 2000, 203-218.
Normal DL 3/80, "*Materiali lapidei, campionamento*", CNR-ICR, Cosmas grafica, Roma,1980.
Normal DL 9/88, "*Microflora autotrofa ed eterotrofa: tecniche di isolamento in coltura*", CNR-ICR, Comas Grafica, Roma, 1990.
NORMAL 9/82, 1982 – Microflora autotrofa ed eterotrofa: tecniche di isolamento in coltura. CNR-ICR, Comas Grafica, Roma.),
Osborn A. M., Moore E. R. B., Timmis K. N., "*An evaluation of terminal-restriction fragment leght polymorphism (T-RFLP) analysis for the study of microbial community structure and dynamics*", in "*Environmental Microbiology*", 2000, 39-50.
Ranalli G., Matteini M.., Tosini I, Zanardini E., Sorlini C., "*Bioremediation of cultural heritage removal of sulphates, nitrates and organic substances*", in "*Of microbs and art*", Ciferri O., Tiano P., Mastromei G. Editori, Kluwer Academic/Plenum Publisher, 2000, 231-245
Ryvadeneira M.A., Delgado R.., del Moral A., Ferrer M.R., Ramos-Cormenzana A., "*Precipitation of calcium carbonate by Vibrio spp. From an inland saltern*", in "*FEMS Microbiol Ecol*.", 1994, 197-204.
Saiz-jimenez C., "*Biodeterioration vs Biodegradation: the role of microorganisms in the removal of pollutants deposited on historic buildings*" in "*International biodeterioration and biodegradation"*, 1997, 225-232.
Sanchez-Moral S., Bedoya J., Luque L., Laiz L., Saiz-Jimenez C., "*Biomediated Precipitation of Calcium Carbonate Metastable Phases in Hypogean Environments: A Short Review*" in "*Geomicrobiology Journal"*, 2003, 491–500.
Steingraber S., "*Catalogo Ragionato della Pittura Etrusca*" , Milano, 1984, 328-329.
Tiano P., Cantisani E., "*Precipitazione bioindotta di calcite per la conservazione delle pietre monumentali*", *Progetto Bioreinforce*, 50-56.
Tiano P., Biagiotti, L., Mastromei, G., "*Bacterial bio-mediated calcite precipitation for monumental stones conservation: methods of evaluation*" in "*Journal of microbiological methods"*, 1999, 139-145.
Urzì C., Garcia-Valles M., Vendrell M., Pernice A., "*Biomineralization processes on rock and monument surfaces observed in field and in laboratory conditions*" in "*Geomicrobiological journal*", 1999, 39-54.
Webster A., May E., "*Bioremediation of weathered-building stone surfaces*", in "*TRENDS in Biotechnology",* 2006, 255-260.

METODOLOGIE INTEGRATE NON DISTRUTTIVE PER LA PREDISPOSIZIONE DI LINEE GUIDA FINALIZZATE ALLO STUDIO DELLA TECNICA ESECUTIVA E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DEI MANUFATTI LAPIDEI

Carlo Lugnani*, Monica Favaro, Sara Bianchin**, Carlo Biliotti*****

* Libero Professionista, R.C.L., via Riva, 3. 36040, Grumolo delle Abbadesse. Vicenza, clugnan@tin.it
** Ricercatrice, ICIS-CNR, Corso Stati Uniti 4, 35127 Padova, favaro@icis.cnr.it
*** Capotecnico sett. restauro lapideo, Opificio delle pietre dure, via degli Alfani, 78. 50135 Firenze

Abstract

Si è sviluppata una ricerca volta a definire delle linee guida per la caratterizzazione della struttura interna e dello stato fessurativo di manufatti in materiale compatto. Lo studio ha previsto l'impiego integrato e sequenziale di diverse tecniche d'indagini di tipo non distruttivo al fine di individuare, a seconda delle caratteristiche fisiche e dimensionali del manufatto, i parametri strutturali ed i diversi materiali compositivi.
In particolare le misure magnetometriche, le tecniche radiografiche e/o radioscopiche, i rilievi georadar per trasparenza e le misure di velocità ultrasonora, hanno fornito informazioni fondamentali per diverse tipologie di materiali che hanno portato alla conoscenza precisa e puntuale delle loro strutture.
In collaborazione con diversi enti istituzionali preposti alla conservazione del patrimonio culturale, la metodologia analitica è stata applicata alle statue della *Madonna di Trapani* di Nino Pisano del Duomo di Trapani, di *Bonifacio VIII* di Arnolfo di Cambio, al Museo del Duomo a Firenze, del'*Ebe* e della copia originale in gesso della *Venere Italica* di Antonio Canova, rispettivamente conservate presso i Musei Civici di Forlì e la gipsoteca di Possano, Treviso. L'approccio integrato ha permesso di definire in modo univoco la distribuzione, la dislocazione, le dimensioni e talvolta la natura dei diversi perni di fissaggio nei manufatti, nonché la mappatura dello stato fessurativo superficiale con indicazione della profondità ed estensione delle fratture.

Introduzione

La conoscenza della struttura dei manufatti e della sua integrità permette da un lato di chiarire la tecnica esecutiva e gli eventuali successivi interventi strutturali e dall'altro di acquisire le informazioni basilari per la predisposizione di eventuali interventi di restauro e/o manutenzioni.
I materiali compatti di interesse storico, come i manufatti lapidei o lignei, le composizioni in gesso con telaio strutturale interno, le costruzioni composite di diversi materiali litoidi, molto spesso sono frutto di complesse tecniche di esecuzione che comportano l'impiego di strutture interne in metallo, legno, osso disposte in modo tale da assicurare la stabilità dell'opera nelle posizioni e nei volumi voluti dall'artista. L'assestamento dell'opera, la compatibilità reciproca dei diversi materiali ed il loro specifico comportamento nei confronti degli agenti di degrado, gli eventuali spostamenti delle opere in altro contesto o le ridefinizioni del loro uso possono comportare nel tempo un progressivo degrado, non solo nelle superfici ma anche nella struttura.
Risulta d'altronde fondamentale per la progettazione di un mirato intervento conservativo, una precisa e accurata conoscenza della struttura interna e dello stato fessurativo dei manufatti, che coniughi anche l'esigenza di minima invasività delle indagini diagnostiche. Questo duplice scopo è stato dunque perseguito attraverso l'impiego di diverse e complementari tecniche di indagine non distruttive.
L'accurato esame macroscopico dell'opera, dei sui materiali e dei suoi volumi, seguito da una campagna di misure magnetometriche, radiografiche e/o radioscopiche, rilievi georadar per trasparenza e misure di velocità ultrasonora permettono di definire con precisione non solo la struttura, la posizione e la natura degli eventuali elementi interni caratterizzanti l'opera in sé ma anche le posizioni delle fratture macro e microscopiche e stimare le loro dimensioni in profondità.

Tecniche analitiche impiegate

Sono state impiegate diverse tecniche di indagine non invasiva [1, 2], di seguito descritte, in modo integrato e sequenziale per individuare la struttura interna, definire le modalità di fissaggio dell'opera, verificare l'omogeneità degli elementi e l'eventuale presenza di anomalie interne che possano in qualche modo, influenzarne l'equilibrio statico.
Misure magnetometriche [3, 4]: lo strumento impiegato è il pachometro, che misura la differenza di campo magnetico indotto in una bobina sottoposta ad un campo magnetico costante e calibrato per effetto di un elemento magnetico perturbante, i.e. elementi in acciaio al carbonio. Nella ricerca di eventuali perni all'interno della struttura del manufatto, la differenza di campo magnetico risulta direttamente proporzionale alla massa e quindi al diametro nominale del perno metallico ed indirettamente proporzionale alla sua distanza dalla

superficie della pietra. La profondità massima di indagine per manufatti litoidi è di circa 15 cm, oltre i quali l'attenuazione del campo magnetico non rende praticabile la misura, e permette dunque di rilevare la presenza di perni per questo intervallo di spessore superficiale.
Misure radiografiche [5, 6]: questo tipo di indagini è stato sviluppato eminentemente per le applicazioni mediche ed attualmente trova scarsa applicazione nella diagnostica del materiale litoide, soprattutto per elevati spessori per i quali sono necessarie radiazioni ad elevata energia, che inducono all'interno del materiale fenomeni di diffusione, diffrazione e retrodiffusione che riducono notevolmente la qualità dell'immagine radiografica e rendono necessarie misure adeguate di radioprotezione.
La tecnica si basa sulla produzione di raggi X da parte di un tubo catodico al quale è applicata una opportuna differenza di potenziale. Gli elettroni prodotti vengono accelerati e colpiscono l'anticatodo, che a sua volta emette fotoni. I fotoni (raggi X) attraversano il mezzo da esaminare ed impressionano una pellicola radiografica posizionata sul lato opposto. L'energia dei fotoni che raggiungono la lastra viene attenuata in funzione dell'assorbimento differenziato del mezzo che attraversano formando una corrispondente e caratteristica immagine radiografica. Nel caso di un manufatto lapideo, la presenza di fessure, cavità o materiali inglobati con peso specifico minore del substrato, si evidenziano nel film radiografico con densità più basse (scuro); viceversa materiali più densi (ad esempio piombo o acciaio) presentano un assorbimento più alto e si evidenzino nella pellicola con una maggiore densità (chiaro).
Quando i manufatti coinvolgono spessori elevati, è necessario aumentare l'energia dei raggi X per favorirne la penetrazione. Per aumentare l'effetto della radiazione, sono stati applicati a sandwich degli schermi contenenti terre rare o fosfori, che emettono energia quando sono colpiti amplificando l'effetto dei fotoni, inoltre è stato impiegato un supporto radiografico a grana grossa.
Il limite di risoluzione dipende, oltre che dallo spessore, anche dalla natura chimica del materiale indagato e dalla sua compattezza e porosità. Per una completa ricognizione del manufatto, le misure effettuate devono coinvolgere tutto il volume e quindi vengono svolte in numero sufficiente a dare una visione tridimensionale della struttura interna.
Analisi georadar [7]: la tecnica GPR (Ground Probing Radar) permette l'identificazione delle disomogeneità interne all'oggetto indagato grazie alle proprietà delle onde elettromagnetiche. Attraverso scansioni parallele e ortogonali tra loro dell'oggetto d'analisi, nel caso specifico il manufatto litoide, è possibile identificare superfici caratterizzate da differente resistività e costante dielettrica, parametri correlabili a fattori fisici, quali la compattezza del substrato, la presenza e la posizione di elementi metallici, di cavità e fessurazioni. L'elaborazione computerizzata dei dati acquisiti consente una restituzione tridimensionali in falsi colori delle diverse caratteristiche fisiche del materiale.
Nel settore dei beni culturali, questa tecnica viene solitamente utilizzata per il monitoraggio dei terreni nei siti archeologici e trova diffusissimo impiego come tecnica di indagine delle aree destinate alla costruzioni di opere civili. Le nuove tecnologie costruttive dei sensori permette di applicare questa tecnica anche allo studio dei manufatti lapidei.
Un impulso elettromagnetico, della durata di pochi nanosecondi, viene inviato tramite un'antenna trasmittente al manufatto da indagare, questo viene in parte riflesso dalle interfacce tra livelli in contrasto elettromagnetico ed in parte trasmesso nei livelli sottostanti. La frequenza di trasmissione viene determinata dalle caratteristiche costruttive dell'antenna stessa e può variare da 14 MHz a oltre 2,5 GHz. I segnali riflessi vengono ricevuti in superficie da un'antenna ricevente. Quest'ultima può essere la stessa utilizzata per la trasmissione (configurazione monostatica) o separata da questa di una certa distanza (configurazione bistatica). La scelta della configurazione dipende dalla profondità massima e dalla risoluzione richieste. Questi parametri, a loro volta, contribuiscono alla scelta della frequenza; infatti, ad una bassa frequenza corrisponde una elevata penetrazione del segnale in profondità ma con uno scarso dettaglio delle anomalie riscontrabili (risoluzione bassa), viceversa ad alte frequenze corrispondono elevati livelli risolutivi con scarsa penetrazione del segnale.
I dati vengono acquisiti attraverso una particolare modalità di elaborazione nota come "Time Slices". Questa consente un'elevata definizione delle anomalie attraverso la costruzione di sezioni orizzontali parallele alla superficie di indagine. Una affidabile correlazione delle anomalie presenti su profili adiacenti e una elevata definizione della loro estensione sia orizzontale che verticale sono i principali vantaggi offerti da questo tipo di trattamento dei dati. L'analisi dei risultati, effettuata utilizzando contemporaneamente i dati relativi a tutti i profili di una determinata area, consente la determinazione delle caratteristiche elettromagnetiche lungo sezioni orizzontali parallele al piano di indagine. Tali sezioni, localizzate a differenti tempi sul profilo GPR, vengono definite "Slices"; la loro posizione in profondità viene successivamente definita in base alle caratteristiche di velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche all'interno del mezzo indagato.
Per una corretta elaborazione, che consenta l'esatta localizzazione delle anomalie identificate è necessario che l'acquisizione di profili avvenga in modo normalizzato, registrando cioè un numero costante di impulsi per unità di misura. A tale scopo è stato utilizzato un dispositivo survey wheel che, controllando in modo automatico lo scan/rate (numero di impulsi/metro di profili GPR), consente l'acquisizione di segnali con cadenze predeterminate.

Analisi con onde ultrasonore [5]: gli ultrasuoni sono oscillazioni micromeccaniche che si propagano come onde in un mezzo solido, liquido o gassoso. Gli ultrasuoni si muovono con velocità diversa a seconda del materiale; le frequenze che possono essere usate per il materiale lapideo variano da 20 kHz a circa 1 MHz. La velocità degli ultrasuoni nella pietra dipende soprattutto dalla densità e dalla porosità del substrato ed anche dal contenuto d'acqua. La variazione della velocità di propagazione degli ultrasuoni nel materiale lapideo può essere correlata al suo grado di compattezza [8] e di conseguenza al suo stato di conservazione [9]. Questa tecnica viene ampiamente impiegata per la valutazione di trattamenti conservativi su manufatti lapidei [10-12], mentre di rado viene sfruttata la sua potenzialità nello stimare posizione e profondità delle fessure, parametri estremamente rilevanti nella progettazione dell'intervento di restauro.
Quest'ultima modalità di indagine è stata impiegata nello studio dei manufatti, che prevede la misura del tempo di transito di onde ultrasonore omeosuperficiali tra la sonda trasmittente e ricevente poste sulla superficie del manufatto in posizione opposta alle fessurazioni da investigare. Misure ripetute su distanze predefinite lungo una linea perpendicolare alla frattura permettono attraverso un'elaborazione matematica di definire le dimensioni e la profondità della fessura.

Per la descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche degli strumenti impiegati si rimanda alla bibliografia [13-15].

Casi studio

Di seguito sono riportati come esempi significativi dell'approccio strumentale integrato, i risultati ottenuti su quattro manufatti, tre dei quali in materiale lapideo ed uno in gesso, che hanno permesso una conoscenza precisa della loro struttura interna.

- L'*Ebe* e la *Venere Italica* di Antonio Canova

L'*Ebe* conservata nella Pinacoteca di Forlì fu eseguita fra il 1816-17 su commissione della contessa Veronica Guarini; i suoi eredi decisero di donare quest'opera alla città.
Le analisi con il pachometro su questa statua in marmo con decorazioni ed inserti d'oro, hanno individuato la presenza di tre perni nella figura - uno intenzionalmente posto dall'artista per il fissaggio della testa e due sui mignoli, per il ripristino di fratture- ed altri quattro perni inseriti alla base per fissare il modellato ad un altro blocco di marmo. Le indagini radiografiche stimano le dimensioni del perno di fissaggio del capo in 170 mm di lunghezza e 15 mm di spessore, inoltre mostrano che l'imperniatura non è avvenuta con colata di piombo, bensì con materiale leggero (i.e. colle e/o malte). I perni dei mignoli hanno dimensioni di circa 18-15 mm di lunghezza per 2 mm di spessore (figura 1).
Misure ultrasonore hanno evidenziato una fessura verticale sul dorso della statua. La fessura è profonda circa 20 mm in prossimità del collo, spessore che si riduce all'aumentare della distanza dall'attaccatura della testa e quindi del perno di fissaggio (figura 1). Lo sviluppo della fessura parallelamente al perno, potrebbe essere correlato all'espansione di volume indotta dal suo degrado, come appare dalla radiografia. Il perno risulta infatti ben aderente al foro, sia per la precisione esecutiva dell'artista ma anche per effetto dell'ossidazione che l'acciaio al carbonio subisce nel tempo. Altre fratture, profonde 2-3 mm, sono state indivuduate sul piede in posizione retratta.

Il gesso originale della statua in marmo raffigurante la *Venere Italica* di Antonio Canova (Figura 2a), presso la Galleria Palatina di Firenze (1812), è conservato alla Gipsoteca Canoviana di Possagno, Treviso.
In occasione di un trasferimento dell'opera per un'esposizione, le indagini di verifica della solidità statica dell'opera hanno permesso di rilevare anche le soluzioni tecniche dell'artista nell'esecuzione del gesso.
Indagini radiografiche mostrano la presenza di perni in acciaio al carbonio di rinforzo su entrambi gli arti che si sviluppano dall'interno del basamento fino all'attaccatura del busto. La superficie dei perni risulta molto irregolare a causa sia della manifattura artigianale sia della possibile ossidazione. Oltre ai chiodi usati come riferimento, nel collo sono presenti dei rinforzi, inseriti probabilmente per garantire la stabilità della struttura. Non essendo stati rilevati con le indagini magnetometriche, si esclude che siano costituiti da materiale ferromagnetico; potrebbero piuttosto corrispondere ad assicelle di legno o ossa animali, materiali che hanno la doppia funzione di garantire la stabilità senza appesantire la struttura e abbassando la posizione del baricentro (figura 2 b,c).
Misure ultrasonore sono state inoltre effettuate sulle numerose fessurazioni in corrispondenza delle parti maggiormente modellate o in tensione (i.e panneggio, curvatura del piede e del ginocchio)

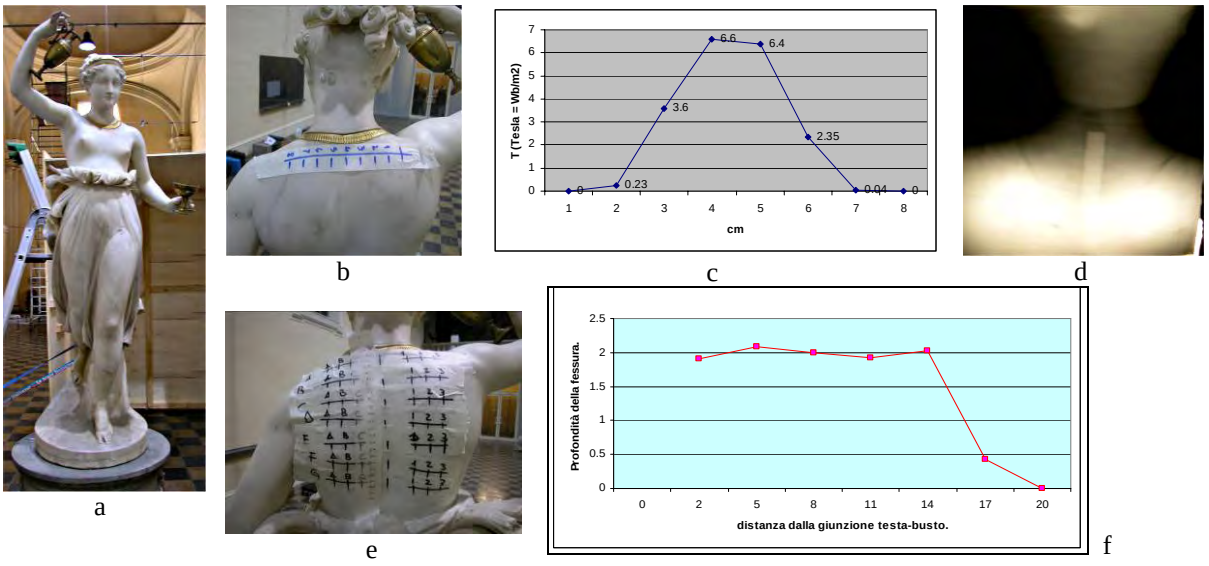


Figura 1. *Ebe* di A. Canova, statua in marmo (a); punti di misura magnetometrica (pachometro) per evidenziare la presenza di perni (b) e relativo grafico che descrive le variazioni di campo magnetico in funzione della distanza tra i punti di misura (c). L'aumento di campo magnetico corrisponde al perno metallico inserito nel busto per il fissaggio della testa; d: la radiografia evidenzia chiaramente il perno di fissaggio della testa e permette di definirne le dimensioni e le profondità di inserimento tra i due elementi; punti di misura con onde ultrasonore su una frattura (e) e relativo grafico che descrive la profondità della frattura in funzione della distanza dal capo (f).

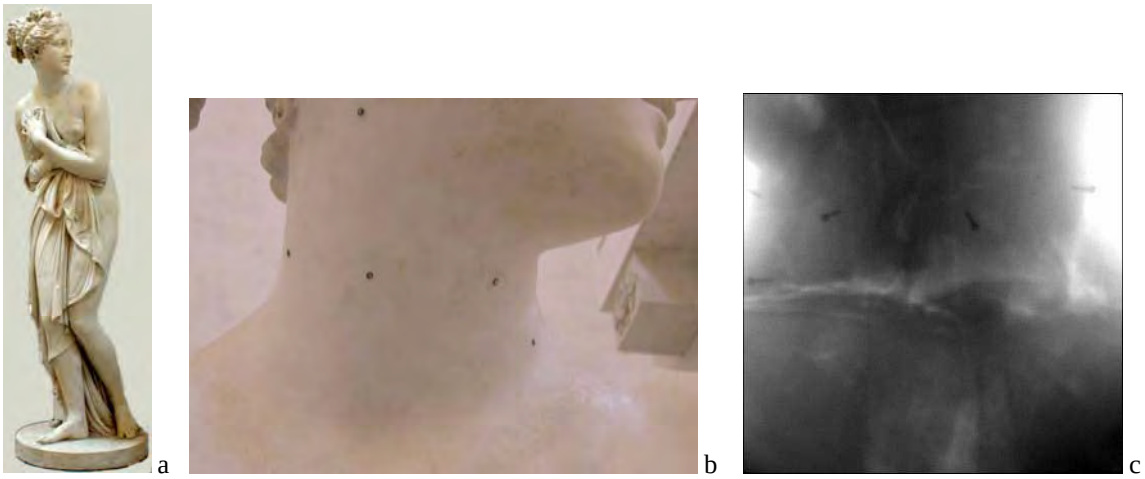


Figura 2. Gesso originale della *Venere Italica* (a); zona del collo (b) in cui è stata raccolta l'immagine radiografica (c), che mostra la presenza dei chiodi usati come riferimenti metrici e dei rinforzi in materiale non ferromagnetico.

- *Bonifacio VIII*, statua di Arnolfo di Cambio (XIII secolo)

La statua in calcare compatto, scolpita verso la fine del XIII secolo da Arnolfo di Cambio è attualmente conservata presso il Museo del Duomo di Firenze. Lo studio è stato finalizzato alla conoscenza delle modalità costruttive e di ancoraggio dei diversi blocchi costitutivi della statua e all'accertamento di eventuali anomalie statiche.

L'impiego complementare di misure magnetometriche e georadar ha rilevato la presenza di numerosi perni originali di fissaggio dei diversi blocchi che compongono l'opera e di altri applicati in seguito a fissaggio di frammenti distaccati (figura 3). Quattro perni originali sono posti parallelamente al piano di appoggio a diverse altezze e hanno lunghezze variabili da 20 a 30 cm e spessori di circa 3 cm. Un ulteriore ancoraggio, lungo circa 100-102 cm e spesso circa 3 cm, è in posizione verticale, posizionato sul piano della seduta fino alla sommità del copricapo, con un interruzione che interessa l'intero capo. In prossimità di questa mancanza è inserito un ulteriore perno spesso circa 6 mm. La presenza di perni di diverse dimensioni e l'estesa stuccatura in corrispondenza del collo, potrebbe corrispondere ad un intervento intenzionale per modificare la posizione della

testa, in seguito al trasferimento e collocazione dell'opera in altra sede [16]. Tutti i perni originali sono stati fissati con colata di piombo. Di restauro appaiono invece i numerosi fissaggi metallici localizzati in prossimità degli arti superiori e della veste, lunghi da 7 a 25 cm a seconda della posizione e di spessore minore di 2 cm.
Le misure ultrasonore effettuate lungo diverse fratture nel panneggio delle vesti hanno permesso di identificarne per l'estensione. Le fratture più gravi si estendono fino ad una profondità di 10 e 15 mm.

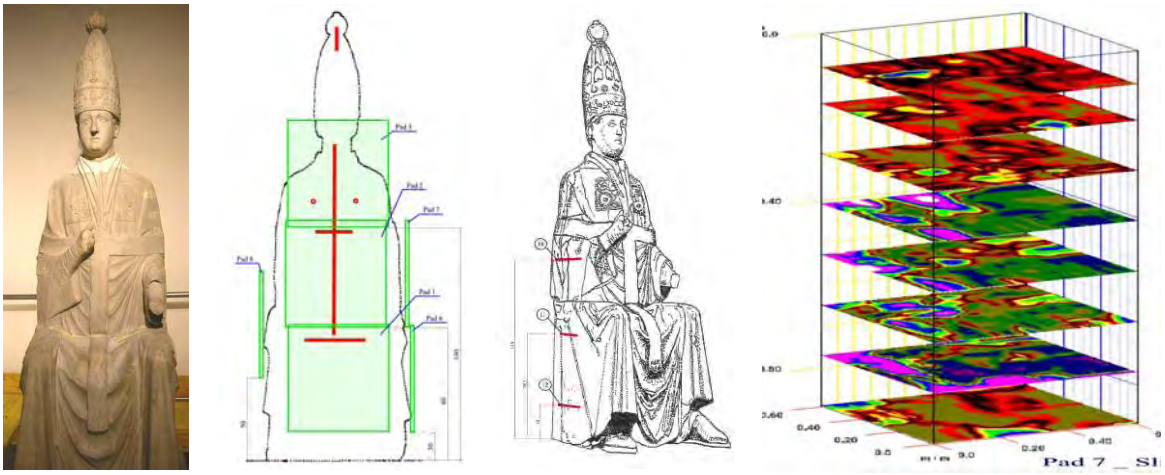


Figura 3. Statua raffigurante *Bonifacio VIII* di Arnolfo di Cambio (a). In (b) e (c) si evidenziano le posizioni di acquisizione delle misure georadar (verde) e le dimensioni dei diversi perni di fissaggio (in rosso); la sequenza *time slices* raccolta sul lato sx, nella parte centrale rende evidenti le posizioni dei perni (in viola) (d).

- La *Madonna di Trapani* di Nino Pisano (XIII secolo)

La statua in marmo raffigurante la Madonna con Bambino, meglio nota come Madonna di Trapani, è un'opera trecentesca di Nino Pisano, conservata presso il Santuario dell'Annunziata a Trapani (figura 4).
Le indagini effettuate in occasione del restauro sono state finalizzate non solo all'identificazione dello stato fessurativo ma anche alla conoscenza della struttura del manufatto, che risulta costituito dalla statua poggiante su un primo basamento in marmo, a sua volta collocato su un secondo basamento in calcare. La conoscenza dettagliata del sistema di fissaggio a questi basamenti risultava rilevante al fine di poter rimuovere la statua per effettuarne il restauro.
Le iniziali misure ultrasonore hanno indicato notevoli aumenti del tempo di transito nelle zone di interfaccia statua-basamento, evidenziando che non si tratta di un struttura continua ma piuttosto di due elementi – statue e basamento in marmo. Inoltre misure ripetute a diverse distanze sulle cavillature superficiali, indicano che, soprattutto la figura della Madonna, è percorsa da fessurazioni con profondità variabile tra 3 e 5 mm.
Le radiografie dell'area di appoggio della scultura al basamento in marmo mostrano una cavità alla base della statua all'interno della quale è inserito un perno, probabilmente in acciaio con diametro di circa 50 mm (figura 4). Gli elevati spessori del due basamenti non permettevano una rilevazione ottimale del sistema di fissaggio della statua se non lavorando ad elevate dosi di radiazioni. Per evitare l'uso di radiazioni ad elevata energia, sono state condotte delle indagini georadar attraverso scansioni della statua per profili paralleli. Poiché la statua ha un volume sviluppato su direzioni non lineari, è stato predisposto un pannello piano di legno poggiante sul manufatto, lungo il quale è stata fatta scorrere l'antenna trasmittente ed i profili sono stati acquisiti in modalità time slice. La restituzione grafica per strati della zona indagata restituisce molto dettagliatamente la posizione e le dimensioni dei perni di fissaggio impiegati per stabilizzare la struttura, in particolare è stato rilevato un perno che fissa la statua sul primo basamento in marmo (figura 4).
Nelle zone in cui era macroscopicamente evidente un passato intervento di reincollaggio, soprattutto nelle parti più modellate (mani, braccia, etc.), sono state effettuate delle misure magnetometriche (figura 4); queste hanno rilevato la presenza di alcuni perni sul braccio della Vergine e su quello del bambino (dimensioni dei perni: 38-40 mm di lunghezza e circa 5 mm di spessore).

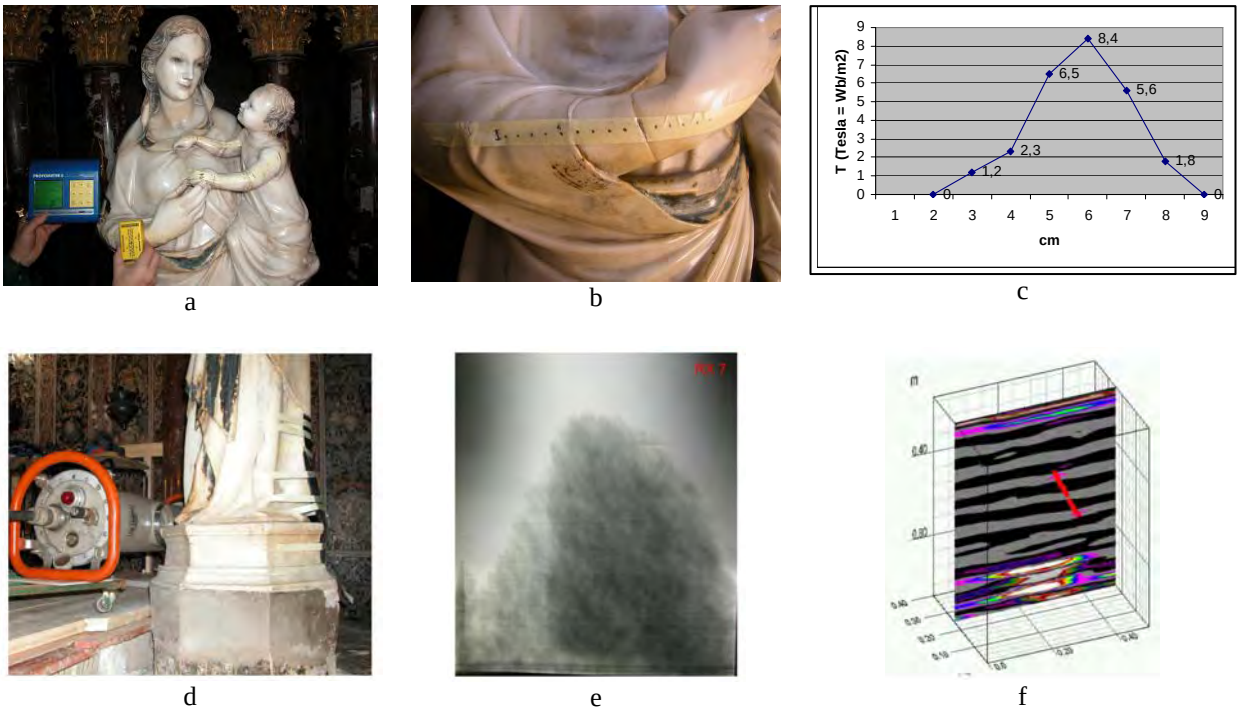


Figura 4. *Madonna di Trapani* di Nino Pisano (XIII secolo) durante la campagna di misure magnetometriche (a) e relative posizioni di acquisizione (b), da cui si ricava il corrispettivo grafico con l'andamento del campo magnetico misurato in funzione della posizione (c), che permette di identificare il perno di fissaggio interno; misure radiografiche in corrispondenza del basamento (d) e relativa immagine radiografica (e) che mostra il perno interno di fissaggio in acciaio al carbonio spesso circa 50 mm; sequenza *time slices* delle misure georadar (f) raccolta all'interfaccia tra la statua ed il primo basamento in marmo in cui si evidenzia la posizione di un perno (in rosso).

Conclusioni

Una problematica cruciale per la conservazione dei manufatti è la definizione della loro stabilità statica e dunque la conoscenza della loro costituzione interna e delle anomalie strutturali. Queste informazioni, fondamentali sia per la definizione di un adeguato intervento conservativo che per la conservazione futura dell'opera, sono spesso sottostimate e passano in secondo piano rispetto alla conservazione delle superfici. Generalmente vengono effettuate alcune indagini non invasive, che, pur fornendo delle informazioni utili, spesso non sono esaustive nel descrivere la struttura interna dell'opera. Una conoscenza precisa e puntuale delle strutture dei manufatti deve dunque essere acquisita, attraverso l'impiego di diverse tecniche non distruttive, tra loro complementari, ognuna delle quali in grado di fornire informazioni fondamentali per diverse tipologie di materiali, e che, per la loro specificità, necessitano quindi di essere impiegate nell'ambito di un approccio integrato e sinergico. L'uso di misure magnetometriche seguito da indagini radiografiche e/o radioscopiche e georadar e infine da misure della velocità ultrasonora, permette di definire posizione e dimensione degli eventuali perni di fissaggi su tutto il volume del manufatto e di ottenere una precisa mappatura delle fessurazioni sulla superficie, definendone estensione e profondità.
Gli esempi riportati di applicazione di questa sequenza diagnostica di indagini non invasive e complementari mostrano come l'approccio integrato migliori la precisione e la risoluzione nella definizione della struttura interna dei manufatti e dello stato fessurativo superficiale.
Si propone quindi agli esperti e alle diverse professionalità del settore questo metodologia integrata come base per la definizione di linee guida nella predisposizione di un adeguato progetto di diagnosi e monitoraggio dei manufatti litoidi.

BIBLIOGRAFIA

1. R. A. Livingston, *Nondestructive Testing of Historic Structures*, Archives and Museum Informatics, Volume 13, Numbers 3-4, 1999, pagine 249-271
2. G. Costa, R. De Sanctis, G. Fambris, *Le Prove non Distruttive* Volumi I e II AIM, Ed Arti Grafiche Pinelli, Milano, 1984

3. N.J Carino, *Performance of Electromagnetic Covermeters for Nondestructive Assessment of Steel Reinforcement, NISTR 4988*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg Maryland, 1992
4. British Standards Institution, *BS1881-204: Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters*, London, 1988
5. L. Cartz, *Nondestructive Testing: Radiography, Ultrasonics, Liquid Penetrant, Magnetic Particle, Eddy Current*, ASM International, 1995
6. J. Lang, A. Middleton, *Radiography of Cultural Material*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2005
7. W. M. Telford, L. P. Geldart, R. E. Sheriff, D. A. Keys, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York, 1990
8. M.Cardu, M. Gomez, R. Mancini, *Nondestructive Testing for Soundness of Stone Architectural Pieces*, in *Science, Technology and Cultural Heritage*, Baer N.S. Ed., Butterworth-Heinemann Ltd,1989, pagine 583-586
9. A. Bouineau, *L'intéret des essais non destructifs utilises pour l'étude de la restauration des monuments et des sculptures*, Intern. Symp. on Deterioration and Protection of Stone Monuments, Paris 5-9.06. 1978, RILEM,1978, 7.15.29
10. W. Köhler, *Preservation problems of Carrara marble sculptures Potsdam-Sanssouci*, Proc. of the 6th international Congress on Deterioration and Conservation of Stone, 12-14.09.1988, Torun, Poland, Nicholas Copernicus University, 1988, pagine 653-662
11. S. Simon, *Zur Verwitterung und Konservierung kristallinen Marmors.- PhD Thesis*, Chemistry Department, Ludwig-Maximilians-Universität, München 2001
12. L. Bassotto, A. Chiarelli, M. Pretelli, P. Pastorello, C. Tomasi, P. Pagnin, A. Abbate, M. Favaro, U. Casellato, C. Lugnani, *La facciata lapidea della Chiesa di San Geremia a Venezia: tecniche di consolidamento dell'apparato architettonico decorativo danneggiato dal fuoco,* in *Scienza e Beni Culturali, XXIII Convegno internazionale "il consolidamento degli apparati architettonici e decorativi"*, Bressanone 10-13 luglio 2007
13. I. Facaoaru, C. Lugnani, *Contributions to the diagnosis of stone and concrete historical structures using non destructive techniques*, Proceedings of the International RILEM/UNESCO Congress "Conservation of Stone and Other Materials: Research-Industry-Media", Paris, June 29-July 1, 1993. Thiel, M.-J. (Editor). E. & F.N. Spon Ltd. 1993, pagine 238-251
14. C. Lugnani Doria, *Relazione tecnica 031220 CLD*, Committente: Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per i Beni Librari e gli Istituti Culturali, Comitato Naz. VII Centenario della morte di Arnolfo di Cambio, Dicembre 2003
15. C. Lugnani Doria, *Relazione tecnica 040524 CLD*, Committente Comune di Forlì. Pinacoteca e Musei Civici, Marzo 2004
16. A. M. Giusti, comunicazione personale, 20 dicembre 2003

VERIFICA DELLA RIMOVIBILITÀ DI VERNICI SINTETICHE E NATURALI

Paola Mariotti[*], Mirella Baldan[*], Leonardo Borgioli[**]

[*] R&C Scientifica, Via Retrone 29/31 36077 Altavilla Vicentina (VI), mirella.baldanc-scientifica.it
[**] C.T.S. S.r.l., Via Piave 20/22 36077 Altavilla Vicentina (VI), leonardo.borgioli@ctseurope.com

Introduzione

Nuove vernici finali per dipinti a base di resine alifatiche a basso peso molecolare sono state applicate diffusamente in Italia negli ultimi due anni. Le resine alifatiche sono state oggetto di approfonditi studi da parte di ricercatori statunitensi come Renè de la Rie, che hanno individuato nella resina Regalrez 1094 quella più resistente all'invecchiamento, e più facilmente rimovibile in solventi a bassa polarità [1-7]. Ulteriori studi [8-9] hanno confermato la resistenza in presenza di forte irraggiamento con ultravioletti, l'utilità degli stabililizzanti Tinuvin, e la rimovibilità in solventi apolari sia dopo invecchiamento accelerato che dopo invecchiamento naturale (3-7 anni).
Questa ultima proprietà è fondamentale alla luce di recenti studi sulle alterazioni degli strati pittorici: è stato infatti dimostrato [10] che il negativo fenomeno della rimozione di componenti a basso peso molecolare da un film di olio invecchiato può essere causato non solo da solventi ad alta polarità come alcoli e chetoni (si vedano gli studi di Feller e Stolow degli anni '70), ma anche dalle stesse vernici polari come le naturali e le chetoniche.
La sicurezza di ridurre al minimo questo pericoloso fenomeno, denominato "leaching", si potrà quindi avere solo con vernici a bassa polarità applicate con solventi a bassa polarità.

Riassumendo i punti di forza della Regalrez 1094 avremo:

- una Tg=33°C, ed un punto di rammollimento attorno a 94°C, che garantiscono l'assenza di assorbimento di particellato.
- Il peso molecolare di circa 900, dell'ordine di quelli delle resine naturali, con conseguente bassa viscosità e buona capacità di livellamento delle irregolarità superficiali.
- Indice di rifrazione piuttosto alto (1.519)
- Solubilità in solventi apolari anche dopo invecchiamento.

Il presente lavoro descrive lo stato di avanzamento di uno studio effettuato su vernici a base di resine naturali (dammar) e sintetiche (acriliche, chetoniche e alifatiche) i cui primi risultati, dopo 7 anni di invecchiamento naturale, furono presentati al Congresso Nazionale IGIIC "Stato dell'Arte 2" di Genova (27-29 Settembre 2004). Dopo altri 3 anni di invecchiamento sono state effettuate sia prove di rimovibilità tramite il test di Feller, che misure FTIR sugli estratti delle varie resine, in modo da determinare l'eventuale svilupparsi di gruppi funzionali in conseguenza a fenomeni di ossidazione e depolimerizzazione.
Sono state inoltre condotte analisi con strumentazione GC/MS sugli estratti della resina alifatica Regalrez 1094, che non risulta essere stata studiata con questa tecnica per valutarne l'effetto dell'invecchiamento naturale.

Materiali

Pannello di prova con fondo a olio di colore marrone, su cui furono applicate varie tipologie di vernici (anno 1997).
Pannello di prova con fondo di pittura a tempera magra di colore azzurro (anno 2001), dove è stata ripetuta l'applicazione delle stesse vernici.
Un campione della resina Regalrez 1094 sciolta in essenza di petrolio nel 1997.

Metodi analitici

Gli spettri FTIR sono stati effettuati con uno strumento Jasco FT/IR – 300 E accoppiato a microFT/IR 20.
I gascromatogrammi ed i relativi spettri di massa sono stati acquisiti tramite apparecchio GC-ITMS Thermo costituito da un Gascromatografo: Modello GC-8000 Top, uno Spettrometro di massa GCQ (con analizzatore a trappola ionica), ed un Pirolizzatore.

Prove di rimozione

Le prove di rimozione delle varie vernici con il test di Feller sono state condotte con le soluzioni meno polari (fd tra 96 e 84), ed i risultati sono riportati in Tabella 1.
Si conferma innanzitutto che questi intervalli di invecchiamento naturale non sono sufficienti per evidenziare una progressiva ossidazione delle vernici, e conseguente necessità di solventi più polari per la loro rimozione. Quelli che sono i solventi "di applicazione" rimangono poi anche i solventi atti alla rimozione. La vernice dammar risulta sempre molto più ingiallita delle sintetiche, anche di una acrilica con

filtro UV, non testata questa volta, che risulta però di più difficile rimozione rispetto alle altre (necessario il ricorso a fd = 84).
La vernice a base di Regalrez 1094 risulta ancora perfettamente rimovibile in tutte le soluzioni del test, anche in quella con fd 96 (cicloesano puro).

Tabella 1. Risultati delle prove di rimozione con test di Feller

	Dammar				**Chetonica**				**Regalrez 1094**			
	Su olio		Su tempera		Su olio		Su tempera		Su olio		Su tempera	
fd	10 anni	7 anni	6 anni	3 anni	10 anni	7 anni	6 anni	3 anni	10 anni	7 anni	6 anni	3 anni
96	no	no	no	no	no	no	no	no	si	si	si	si
92	no/si	no/si	no/si	no/si	si	si	si	si	si	si	si	si
88	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
84	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si

Analisi spettrofotometriche

Sono stati effettuate le analisi FTIR sui seguenti tamponi dei Test di Feller:
1. Tampone di dammar fd 88 da tempera (la vernice era stata applicata nel 2001 a pennello, e risulta brillante e fortemente ingiallita). Figura 1.
2. Tampone di Regalrez 1094 fd 96 da tempera (la vernice era stata applicata nel 2001 a pennello, e risulta brillante e incolore). Figura 2.
3. Tampone di Regalrez 1094 fd 96 da olio (la vernice era stata applicata nel 1997 a pennello, e risulta brillante e incolore). Figura 2.

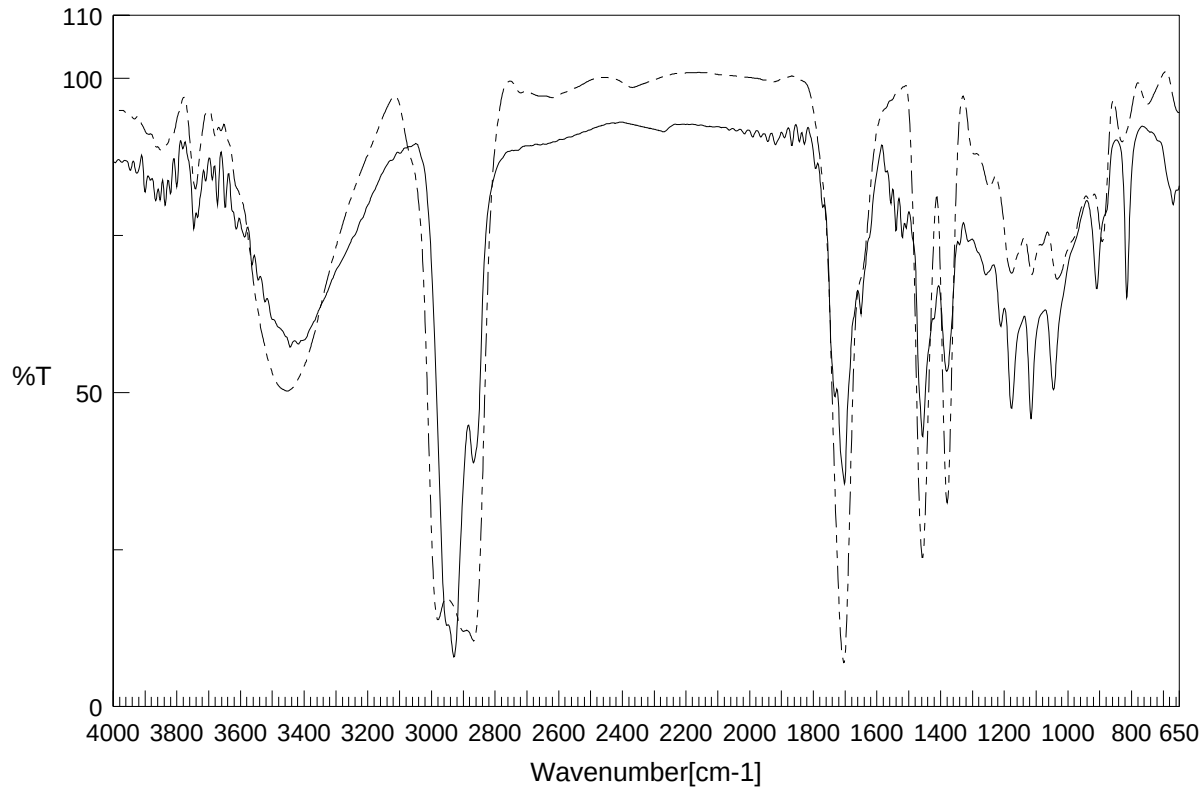


Figura 1. Spettro FTIR di resina dammar. Standard (- - - - - -) e invecchiata 6 anni su tempera (_____)

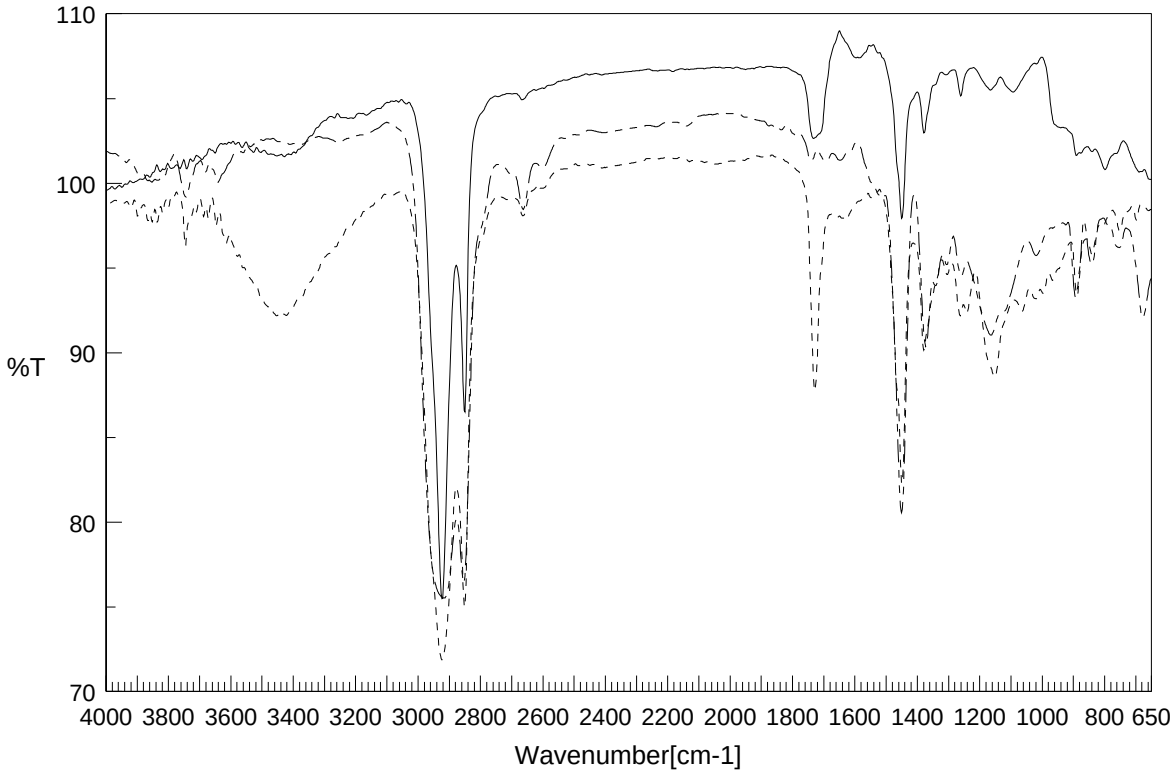


Figura 2. Spettro FTIR di resina Regalrez 1094. Standard (- -- - -- - --), invecchiata 6 anni su tempera (- - - - -), e invecchiata 10 anni su olio (_____)

Spettrometria di massa

Sono stati analizzati sia i campioni di Regalrez 1094 estratti dal pannello con pittura a tempera (del 2001) che da quello con pittura ad olio (del 1997), e posti a confronto con lo spettro ottenuto su di un campione nuovo, non invecchiato. Come descritto in Figura 1 la frammentazione del Regalrez 1094 è pressoché invariata a seguito dell'invecchiamento naturale, e le minime differenze non possono essere correlate alla presenza di gruppi ossigenati.
I picchi a 97 (metil-cicloesano) e a 125 (metil-etil cicloesano) sono coerenti con la struttura del Regalrez.

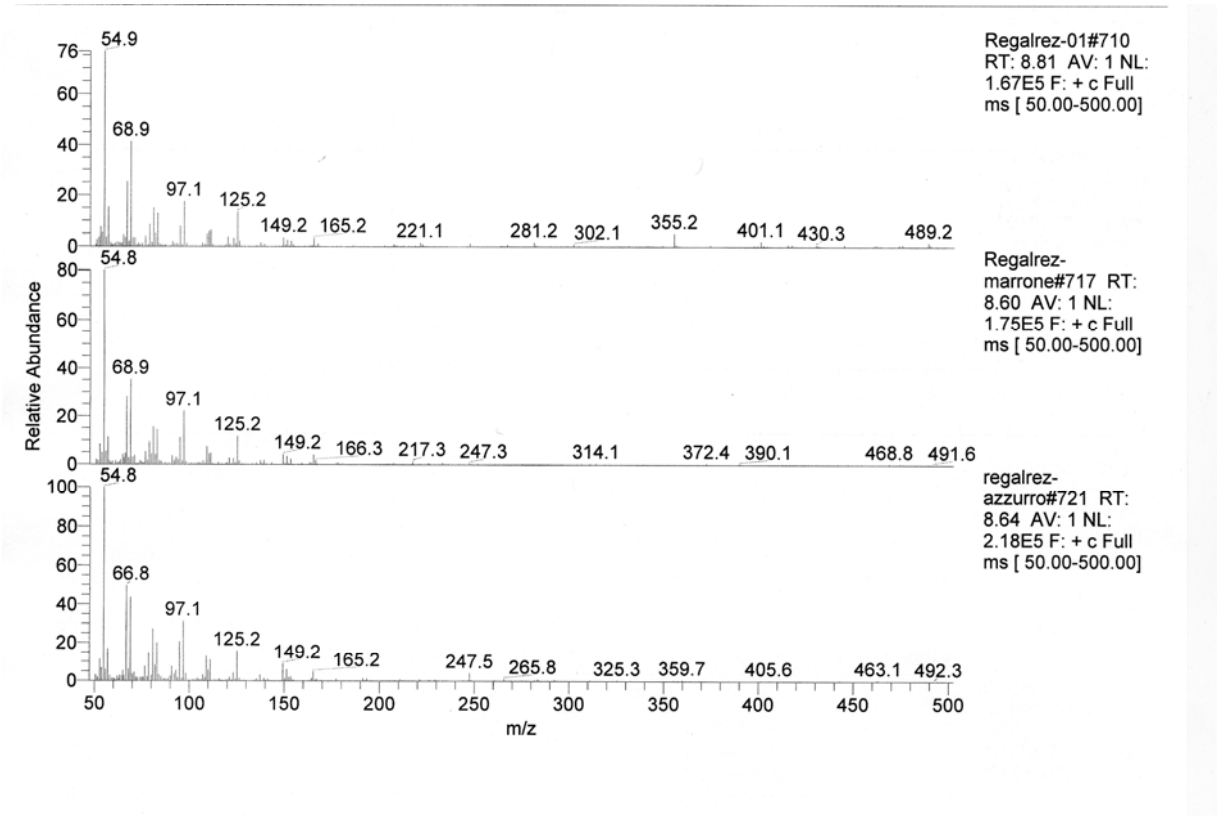


Figura 3. Spettri di massa di Regalrez 1094 dall'alto in basso: non invecchiato, applicato in film su tempera (1997), applicato in film su olio (2001)

Conclusioni

Viene confermato quanto previsto dagli invecchiamenti accelerati [9], ovvero l'alta resistenza all'invecchiamento della resina alifatica Regalrez 1094, associata al permanere delle caratteristiche di reversibilità nei solventi apolari (fd = 96, solo cicloesano).
Le analisi FTIR mostrano un inizio di alterazione del prodotto dopo 6 anni (su tempera) e 10 anni (su olio), di invecchiamento naturale, con la presenza di un picco a 1730 nm, associabile alla formazione di un carbonile. Questo inizio di ossidazione non è percettibile visivamente, è stata osservata [9] effettuando invecchiamenti accelerati con irraggiamento di 250 ore in solar box ($\lambda > 295$ nm), ed è eliminabile con l'aggiunta di stabilizzante Tinuvin 292.
Coerentemente con l'assenza di ingiallimento e con il permanere della facilità di rimozione risultano sostanzialmente identici anche gli spettri di GC/MS.
Nell'arco di tempo trascorso lo spettro FTIR della resina dammar, che è stato comparato con uno spettro standard di dammar fresca, mostra invece notevoli variazioni, con maggiore intensità nella zona 3400-3500 nm, e forma diversa nella zona 2850-3000 nm, da collegarsi al forte ingiallimento osservato. Per la rimozione della dammar non si riscontrano difficoltà, anche se è comunque necessario un fd 88.
Questi risultati possono integrare le attuali conoscenze, principalmente basate su test di invecchiamento accelerato, sulle conseguenze dell'invecchiamento naturale sulla rimovibilità delle vernici alifatiche.

BIBLIOGRAFIA

1. de la Rie E.R.; "The influence of varnishes on the appearance of paintings", Studies in Conservation 32 (1987), 1-13.
2. McGlinchey C.W. "The industrial use and development of low molecular weight resins: an examination of new products of interest to the conservation field"; ICOM Committee for Conservation, Dresden (1990), 563-567.
3. de la Rie E.R.; McGlinchey C.W.; "New synthetic resins for picture varnishes" in *Cleaning, retouching and coatings*, Ed. Mills & Smith, Londra (1990), 168-173.
4. Whitten J.; "Regalrez 1094: properties and uses", WAAC Newsletter, 17,1 (1995), 11-12.
5. de la Rie E.R.; "Why use a sinthetic picture varnish?", in *Art et Chemie: les polymères*, Parigi (2002), 63-68
6. Berns R.S.; de la Rie E.R.; "Exploring the optical properties of picture varnishes using imaging techniques", Studies in Conservation 48 (2003), 73-82.

7. Berns R.S.; de la Rie E.R.; "The effect of the refractive index of a varnishes on the appearance of oil paintings", Studies in Conservation 48 (2003), 251-262.
8. Borgioli L.; Mariotti P.; "Applicazione di nuove vernici ad alta stabilità", II Congresso Nazionale IGIIC, Genova (2004), 470-476.
9. Borgioli L.; Camaiti M.; "Stabilizzazione di polimeri per la verniciatura di dipinti", Convegno "Colore e conservazione", Thiene (2004)
10. Sutherland K.; "The extraction of soluble components from an oil paint film by a varnish solution" Studies in Conservation 45 (2000), 54-62.

EQUILIBRIO MATERIALI/AMBIENTE. LA CAMERA CLIMATICA DEL LABORATORIO DI RESTAURO DELLA PROVINCIA DI VITERBO

Giorgio Capriotti[*], Linda Bernini[**], Antonio Iaccarino Idelson[***], Carlo Serino[****]

[*]Direttore Laboratorio di Restauro, Provincia di Viterbo, Viale Trieste, 104, 01030 Viterbo, 3381858127
giorgiocapriotti@tiscali.it
[**]Restauratrice Laboratorio di Restauro, Provincia di Viterbo, Viale Trieste, 104, 01030 Viterbo, 0761304716
restauro@provincia.vt.it
[***]Consulente del Laboratorio e Docente di Restauro Università di Urbino, Equilibrarte srl, 3397172063
a.iaccarino@inwind.it
[****]Consulente del Laboratorio, Equilibrarte srl Via Centuripe, 34, 00179 ROMA, 3478813217
c.serino@tele2.it

Abstract

Il Laboratorio di Restauro della Provincia di Viterbo si è dotato di una camera climatica progettata e costruita dai restauratori di Equilibrarte s.r.l., concretizzando il programma di allestimento di una stazione sperimentale stabile, già illustrato nel volume "Tensionamento dei dipinti su tela-La ricerca del valore di tensionamento" (a cura di Giorgio Capriotti e Antonio Iaccarino Idelson), Provincia di Viterbo - Nardini Editore, 2004.
L'ambiente può essere stabilizzato su valori nell'intervallo 10-30°C e 30-95% UR, programmando variazioni cicliche a fini di ricerca o semplicemente situazioni ambientali controllate utili per il trattamento di opere d'arte.
Sono stati inseriti in camera climatica alcuni campioni appositamente realizzati o prelevati da materiale antico, monitorandone l'evoluzione del peso con celle di carico. Le curve di assorbimento d'acqua permettono di valutare il tempo necessario ad una completa stabilizzazione del campione ai nuovi valori ambientali, dato fondamentale per la progettazione di qualunque ricerca che intenda valutare gli effetti delle variazioni ambientali sui materiali artistici.

Introduzione

Il Laboratorio di Restauro della Provincia di Viterbo si è dotato di una camera climatica progettata e costruita dai restauratori di Equilibrarte s.r.l., concretizzando il programma di allestimento di una stazione sperimentale stabile già anticipato nel volume "Tensionamento dei dipinti su tela-La ricerca del valore di tensionamento" (a cura di Giorgio Capriotti e Antonio Iaccarino Idelson), Provincia di Viterbo - Nardini Editore, 2004.
La presenza di una strumentazione atta alla simulazione di condizioni microambientali per lo studio del comportamento dei materiali igroscopici, rappresenta per un laboratorio pubblico che opera nel restauro dei dipinti su tela, un'acquisizione dalle potenzialità rilevanti.
Le funzioni che la macchina consente, di misurare cioè oggettivamente i fattori concorrenti alle variazioni reologiche di particolari tipologie di corpi, e quindi le deformazioni e gli scorrimenti che intercorrono tra filati, membrane e film adesivi, valutando le loro *performances* dal punto di vista del comportamento meccanico, dell'equilibrio statico e di quello cinetico, apre infatti due stimolanti prospettive di impiego.
Con la prima si intendono programmare cicli di test sperimentali su campioni mirati di tele preparate e/o foderate, nell'ottica di una valutazione "a confronto" dei materiali esaminati.
La novità è costituita dalla gestione interna della ricerca, tarata cioè sulle esigenze specifiche del restauratore nel momento in cui progetta l'intervento di consolidamento/foderatura/tensionamento di un dipinto e considera la variabili delle forze in campo, in funzione per esempio delle condizioni ambientali note (ma spesso sottovalutate) della collocazione finale del dipinto e del suo riequilibrio termoigmometrico *in situ*. In questa ottica prevedere per simulazione indotta in camera climatica i comportamenti di un sandwich tela/adesivo/tela, a determinati valori di Temperatura ed Umidità Relativa, consente infatti di valutare una scelta progettuale operativa collegandola già ad un modello di conservazione preventiva dell'oggetto. E' il caso dei dipinti su tela frequentemente ricollocati in cappelle in cui le condizioni microclimatiche instabili o non idonee, non sempre vengono sufficientemente considerate nella scelta dei materiali impiegati per la foderatura o il tensionamento.
Con la seconda si intende invece investire in modelli formativi che pongano la ricerca applicata al centro della pratica conservativa, in collaborazione con le istituzioni accademiche scientifiche del territorio. Nell'annosa dialettica tra pubblico e privato sullo stato della ricerca in Italia, e nell'attribuzione reciproca sulla responsabilità di una insufficiente programmazione-gestione delle risorse impegnate, è parso di assistere nell'ultimo periodo a una eccessiva apertura di credito verso l'autoreferenzialità del mercato, cui spesso è delegata la "soluzione" di problemi scientifici in contesti fieristici, oggettivamente limitati dall'implicita natura promozionale.
Il tutto in un contesto in cui la frantumazione delle discipline tecnologiche e la rincorsa della formazione verso una settorializzazione spinta, sembra lasciare sul terreno anzitutto il modello virtuoso del laboratorio-atelier in cui procede di pari passo la sintesi dialettica tra fondamenti teorici, esperienza della tradizione e innovazione scientifica. In questo scenario viene offerta alle facoltà di tecnologia della conservazione, obiettivamente in

ritardo sulle aspettative della riforma universitaria, la possibilità di indirizzare risorse umane e culturali verso protocolli di ricerca integrati, collaborando all'approfondimento di tematiche che vedano al centro le funzioni della camera climatica del Laboratorio di Restauro della Provincia di Viterbo, a partire dall'assegnazione di tesi di laurea specialistica dei corsi di classe 41 in Tecnologia della Conservazione dei Beni Culturali.

La camera climatica

Alla sua realizzazione è stato destinato un piccolo ambiente di 12 metri cubi, situato al piano terra del Laboratorio, interamente rivestito di materiale coibentante per semplificare il controllo della temperatura e privo di pareti fredde che potrebbero favorire la condensa.

Il cuore della camera climatica è costituito dal PLC**[1]** (Programmable Logic Controller) un robusto computer miniaturizzato impiegato nella gestione dei processi industriali. Il PLC, una volta programmato con l'ausilio di un PC, è in grado di lavorare in modo autonomo elaborando le informazioni provenienti dagli ingressi digitali ed analogici (le sonde di umidità e temperatura, così come celle di carico, anemometri etc.) e comandando gli attuatori (descritti di seguito).
L'andamento dei parametri ambientali può essere letto in tempo reale tramite il PC ma la registrazione dei dati viene svolta direttamente dal PLC in un apposito modulo di memoria anche in assenza del PC.
Il raggiungimento ed il mantenimento delle condizioni prescelte è ottenuto con l'aiuto degli attuatori: un riscaldatore (termoventilatore**[2]**), un umidificatore ad ultrasuoni**[3]**, un raffreddatore/deumidificatore (costituito da un gruppo frigorifero**[4]** - con compressore, condensatore e ventola - posto all'esterno ed un evaporatore con tre ventole all'interno**[5]**). Vedere, per la disposizione delle apparecchiature, lo schema in figura 1.
Grazie agli attuatori la camera climatica può raggiungere livelli di umidità tra 30 e 99%. Relativamente alle temperature ci si è mantenuti tra 10 e 30°C sebbene il raffreddatore sia teoricamente in grado di raggiungere temperature prossime a 0 °C, e UR possa essere ancora ridotta alzando la temperatura.
Le condizioni di ambientali desiderate sono raggiunte e mantenute con una precisione pari a +/- 4% U.R (il fattore limitante è l'accuratezza della sonda di rilevamento dei dati, tra le migliori sul mercato) e +/- 2°C. Possono essere programmate variazioni in funzione del tempo a fini di ricerca, o più semplicemente possono essere ottenute situazioni ambientali controllate utili per il trattamento di opere d'arte.
Gli attuatori garantiscono una risposta generalmente molto rapida. Una certa lentezza di reazione è stata riscontrata in deumidificazione che avviene tuttavia in modo costante. L'evaporatore ed il gruppo frigorifero sono proporzionati per il volume della camera ed il trattamento di un volume maggiore d'aria per accelerare la deumidificazione avrebbe comportato anche un indesiderato aumento della ventilazione.

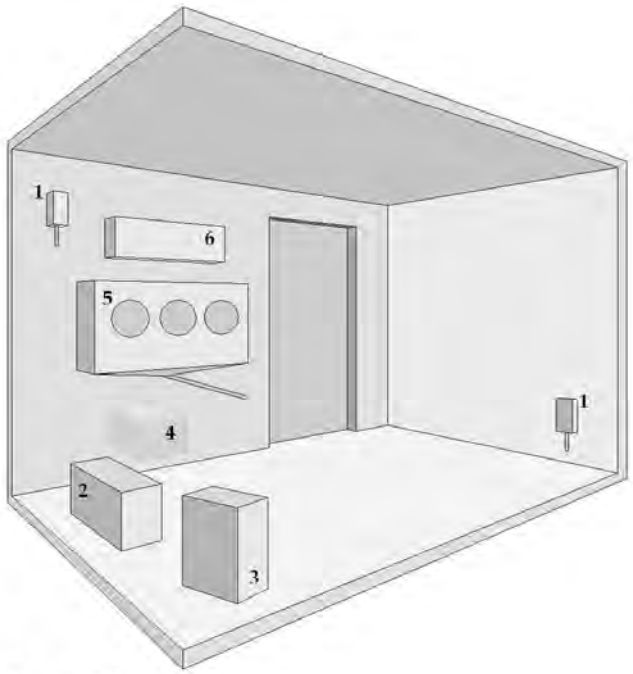


Figura 1. Schema di costruzione della camera climatica.

La ricerca

Si presenta in questa sede una ricerca preliminare che ha avuto il duplice scopo di testare la macchina (anche senza la presenza e l'intervento diretto di un operatore) e di verificare i tempi di risposta dei principali materiali costitutivi del supporto di un dipinto su tela.
I campioni, appositamente realizzati o prelevati da materiale antico, sono di grandi dimensioni per migliorare la lettura dell'evoluzione del loro peso variando le condizioni di umidità dell'ambiente.

All'apparecchiatura standard della camera climatica sono state aggiunte sette celle di carico collegate a due nuovi moduli d'acquisizione per dati analogici integrati alla centralina del PLC.
Le celle sono state appese ad un travetto in alluminio posizionato poco sotto il soffitto della camera climatica. Ciascuna di esse porta due campioni da 30 per 150 cm, montati su un listello di alluminio.

Essendo lo scopo principale di questa ricerca quello di iniziare ad esplorare le potenzialità di una camera climatica con le caratteristiche descritte, ci si è limitati ai due valori estremi (30 e 95%) di UR mantenendo la temperatura costante a 20° C. In figura 2 una immagine dei campioni appesi all'interno della camera climatica.
I materiali e le stratigrafie provati (vedere la sezione dedicata) sono stati da noi considerati rappresentativi per la comprensione del comportamento meccanico dei dipinti su tela. Le curve di evoluzione del loro peso permettono di valutare il loro assorbimento d'acqua in funzione del tempo di permanenza a date condizioni ambientali.
La lunghezza della prova è stata regolata in base all'avvenuta stabilizzazione dei campioni, dato fondamentale per la progettazione di qualunque ricerca che intenda valutare gli effetti delle variazioni ambientali sui materiali artistici.



Figura 2. I campioni appesi all'interno della Camera Climatica.

Caratterizzazione dei campioni

I campioni sono di dimensioni piuttosto rilevanti, al fine di migliorare la capacità di lettura del sistema di acquisizione dati: misurano infatti cm 30 x150 e sono due per ogni cella di carico, in modo da raddoppiare il valore acquisito.
Le tele sono state lavate e apprettate dopo l'asciugatura con colla Cervione al 10% stesa a pennello in due tempi; la preparazione è costituita da pigmento in polvere (Terra di Siena bruciata , gr.1500) saturata con olio

siccativo (Liquin Light Gel Winsor & Newton , ml. 850), applicata a spatola nei due sensi della tela e lasciata essiccare a temperatura ambiente per due mesi.

1. Un campione è stato preparato con colletta e foderato con tela di lino (riduzione trama/ordito 8x8), con ricetta tradizionale "colla pasta romana".
   Spessore della stratigrafia ottenuta: mm. 1,35.
2. Un campione è stato foderato con tela Sintel 260 (riduzione trama /ordito 18x11) e Beva 371 nebulizzato al 50% in esano e riattivata a caldo a temperatura di circa 65°C.
   Spessore della stratigrafia ottenuta: mm. 1,19.
3. Un campione è stato foderato con tela Sintel 260 (riduzione trama /ordito 18x11) e Plextol 500 addensato con Klucel 1%. L'adesione è stata ottenuta su tavolo aspirante a bassa pressione.
   Spessore della stratigrafia ottenuta: mm. 1,43.
4. Un campione è costituito dalla sola tela con la sola preparazione di base.
   Spessore della stratigrafia ottenuta: mm. 0,62.
5. Un campione è costituito dalla sola tela di lino.
6. Un campione è costituito dalla sola tela poliestere.
7. L'ultimo campione è costituito da un frammento, delle stesse dimensioni degli altri campioni, di tela di foderatura a colla pasta, con molto adesivo residuale.

Risultati ottenuti.

La lettura dei dati acquisiti dalle celle di carico (figg. 3 e 4) ha permesso di ottenere una valutazione del comportamento dei materiali in assorbimento e desorbimento del vapore acqueo ambientale.
L'informazione è piuttosto semplice, ma permette di fare alcune valutazioni essenziali al conseguimento di valori attendibili durante una ricerca che voglia misurare le variazioni del comportamento di un dipinto su tela conseguenti alle variazioni di UR.
Innanzitutto i tempi di reazione sono piuttosto rapidi per tutti i materiali. Questo permette di asserire che per un dipinto conservato in un ambiente in cui ci sia una variazione repentina o ciclica di UR, saranno necessarie circa 8 ore perché i materiali siano pressoché completamente condizionati ai nuovi valori. Si può supporre che questo avvenga più rapidamente per intervalli di UR di minore ampiezza, ma questo sarà oggetto di un (certamente necessario) approfondimento della presente ricerca.
L'altro dato interessante è che la tela poliestere conferma la propria scarsa reattività all'umidità ambientale, dimostrandosi da questo punto di vista un materiale molto stabile.
Quando si sia ottenuta, ripetendo opportunamente sperimentazioni come questa su un'ampia gamma di materiali costitutivi delle opere d'arte, dai materiali pittorici già studiati da M. Mecklenburg alla carta studiata da A. Roche passando per campionature di legni antichi o degradati e di differenti spessori, si sarà certamente offerto un utile servizio.

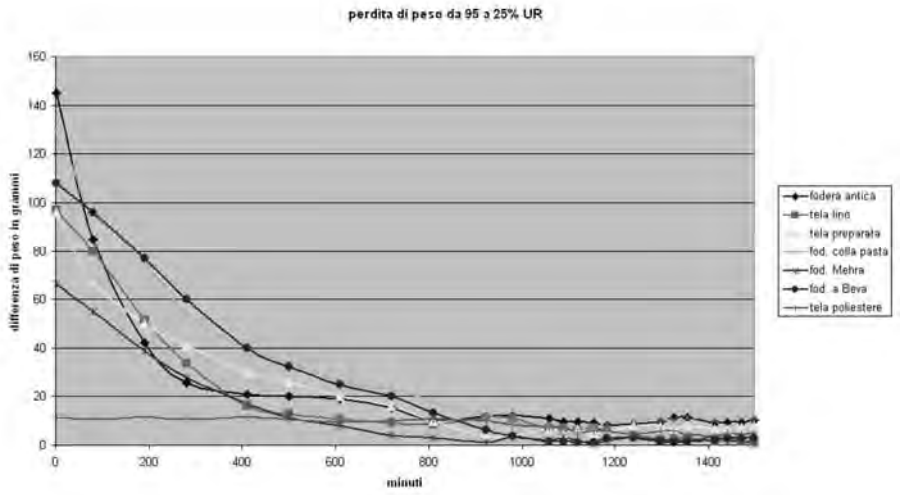


Figura 3. Grafico dell'andamento dei pesi (coppie di campioni) in essiccazione.

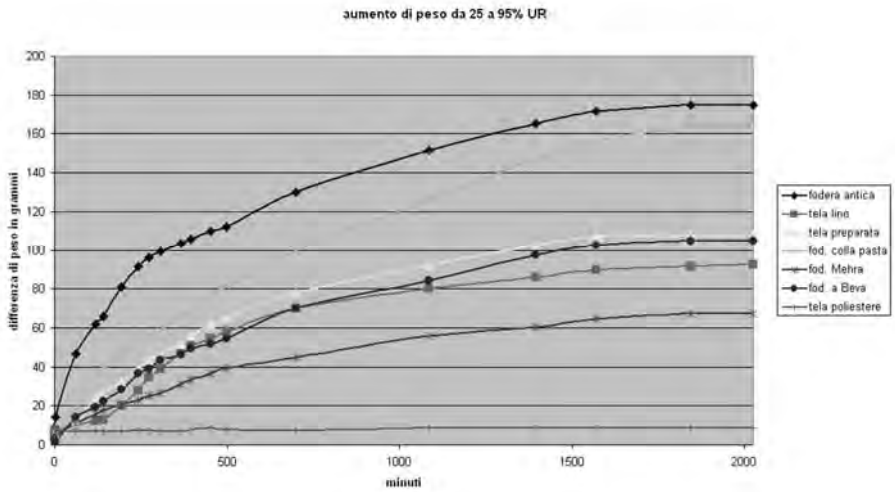


Figura 4. Grafico dell'andamento dei pesi (coppie di campioni) in umidificazione.

NOTE

[1] Siemens Simatic S7 200 CPU 224 con un modulo analogico EM235 per le sonde UR ed un modulo analogico EM 231 per le sonde PT100 di temperatura.
[2] Termoventilatore domestico w2000.
[3] Espirit U9500.
[4] Eco RV 100X242
[5] Eco EVS 180 ED

LE SAGOME DI SANTA CROCE A URBINO: UNA TIPOLOGIA DI ARTE RELIGIOSA MARCHIGIANA. DALLA CONOSCENZA AL CONFRONTO

M.L. Amadori[*], S. Barcelli[*], C. Caldi[**], B. Fazzari[**], C. Capretti[***], A. Vastano[****]

[*] Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Ist. Scienze Chimiche, p.za Rinascimento, 6 61029 Urbino (PU), 0722 303317

[**] Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Laboratorio di Restauro, via San Girolamo, 61029 Urbino (PU)

[***] IVALSA – CNR, Via Madonna del Piano, 10 I - 50019 Sesto Fiorentino (FI)

[****] Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico delle Marche - Urbino, p.za Rinascimento, 3 61029 Urbino (PU)

Abstract

Il *Calvario*, conservato nell'Oratorio di Santa Croce a Urbino, attribuito a Giovan Battista Urbinelli, è costituito da otto figure dipinte su supporto sagomato, ritagliato seguendo il contorno delle immagini. Sei delle otto sagome sono realizzate su supporto ligneo (*Cristo Crocifisso, San Giovanni, i due Ladroni, i Soldati che giocano a dadi e la Vergine sorretta da due Pie Donne*) e due su supporto cartaceo (*Maria Maddalena e San Longino*). Il *post quem* per la datazione del complesso è suggerito da una data (1634) riportata sui fogli manoscritti applicati sul retro delle due sagome cartacee, con funzione di rinforzo strutturale; il 1663, anno in cui è morto Urbinelli, rappresenta invece l'*ante quem*.

Le "sagome", nate come alternativa più economica alla scultura, sono un compromesso tra la pala d'altare dipinta, dalla quale sembrano essere ritagliate, e il Sacro Monte, col quale condividono la compresenza dell'elemento scultoreo-pittorico e l'impatto scenico-teatrale.

Le otto figure del *Calvario* di Santa Croce sono state molto probabilmente eseguite come opere da esporre durante il periodo quaresimale e ciò giustifica una tecnica esecutiva approssimata nonostante una stesura pittorica "felice". Infatti le sei sagome lignee sono state realizzate su assi di riuso, assemblate sul retro tramite elementi lignei, ricavati dalla sagomatura delle stesse opere e non presentano alcuna attenzione nella scelta né della specie lignea (olmo) né del taglio del legno. Il supporto delle due opere eseguite su carta è invece costituito da un doppio strato di cartone, rinforzato sul retro sia dall'applicazione di fogli manoscritti e pagine di messali che da sostegni lignei di riuso. Le indagini scientifiche (osservazioni al microscopio ottico, osservazioni al microscopio elettronico e analisi in microsonda EDS, analisi spettroscopiche in FT-IR) hanno contribuito alla comprensione della tecnica esecutiva, soprattutto per quanto riguarda la stesura pittorica, che consiste in una tempera grassa.

La realizzazione di figure sagomate, sviluppata in area ligure e lombarda, ha altri risconti nella storia dell'arte marchigiana. La complessa ricerca in ambito locale di opere similari, dal punto di vista della tecnica esecutiva, ha portato all'individuazione di undici gruppi di manufatti. Le opere, al momento rintracciate, hanno permesso di identificare tre diverse funzioni religiose attribuite alla sagoma: l'una di "contestualizzare" un crocifisso scultoreo, l'altra di costituire un' "apparato scenico temporaneo" da esporre durante la Pasqua o il Natale, l'altra ancora di far parte di antichi apparati decorativi. Questo studio si propone quindi come un primo approfondimento del fenomeno della pittura su supporto sagomato nelle Marche e ci permette di considerare la sagoma come una "una tipologia di opera d'arte religiosa marchigiana".

Le sagome dell'Oratorio di Santa Croce a Urbino: il Calvario di G.B. Urbinelli

L'iconografia. Il tema iconografico rappresentato nelle otto sagome dell'Oratorio di Santa Croce, attribuite a G.B. Urbinelli (Urbino 1605-1663), è quello della Crocifissione (fig. 1): il Cristo Crocifisso, collocato in posizione centrale, ha alla sua destra le figure di San Giovanni, San Longino, il buon ladrone e il gruppo delle Pie Donne che sorreggono la Vergine, e alla sua sinistra le figure di Maria Maddalena, il cattivo ladrone e il gruppo dei soldati che tirano la sorte sulla veste del Cristo. Il *Calvario* di G.B. Urbinelli rientra in un unico grande progetto iconografico, per realizzare il quale sono stati commissionati, all'interno dell'Oratorio di Santa Croce, indistintamente affreschi, stucchi e tele. Il tema scelto per questo ciclo figurativo è quello della Passione di Cristo, con una maggiore attenzione per il motivo della Crocifissione, in coerenza con la dedicazione dell'Oratorio alla Santa Croce e la conservazione, al suo interno, di Sacre reliquie.

La collocazione. Le otto figure erano collocate all'interno della lunetta vuota, soprastante il prospetto a trabeazione che segna l'ingresso alla Cappella della Sacra Spina **[1]**. I manufatti erano legati, con spago, ad un tirante in ferro, inserito nella muratura della lunetta e alcune erano fissate alla base con mattoni e malta. Certamente questa collocazione si è mantenuta identica dal 1704 ad oggi, dal momento che, in questo arco di tempo, viene confermata sia dalle fonti archivistiche (ACVU *Inventario di tutte le* suppellettili 1704; ACVU

Inventario di tutte le suppellettili 1711) e dagli storici locali (Lazzari 1801; Serra 1932; Ligi 1938; Mazzini 1982; Fucili 2005).
La funzione. La mancanza di notizie d'archivio, circa il periodo precedente al 1704 (ACVU *Inventario di tutte le* suppellettili 1632; ACVU *Memorie della Compagnia di Santa Croce delle Reliquie* 1654-1658), lascia spazio a due ipotesi riguardanti la funzione per la quale sono state eseguite le sagome: in primo luogo è possibile che l'apparato sagomato sia stato commissionato per essere stabilmente posto presso la lunetta, ma, è più probabile, considerando la ricchezza della Confraternita di Santa Croce, che esso sia stato realizzato per essere esposto durante il periodo Quaresimale e che solo successivamente sia stato reimpiegato per colmare lo spazio vuoto della lunetta. Questa ipotesi è suggerita tanto dalla "povertà" dei materiali, che fa presupporre un'esecuzione rapida, in tempi brevi, necessari per un probabile utilizzo temporaneo (Fucili 2005), quanto dalla notizia del compenso di nove scudi che Urbinelli ha ricevuto per "l'apparato e pitture" fatto, nell'occasione del venerdì di marzo, il 21 aprile del 1645 (ACVU *Registro delle Bollette* 1645).
La datazione. La questione della datazione del *Calvario* non è mai stata oggetto di particolare attenzione da parte degli studiosi locali. e si può tentare di ipotizzare un possibile arco temporale. Un suggerimento in tal senso è rappresentato dalle date riportate sui fogli applicati sul retro delle due sagome cartacee raffiguranti *Maria Maddalena* e *San Longino*, le quali forniscono un *post quem* per l'ambito cronologico e del *Calvario*. Tali fogli, applicati al momento stesso della realizzazione dell'opera, sono stati incollati, sul retro del supporto di cartone, con funzione di rinforzo strutturale. Sui fogli manoscritti (fig. 2), derivati da un registro delle entrate e delle uscite appartenenti alla Confraternita, compaiono più volte le date 1633 e 1634. I fogli dei messali invece risalgono al periodo a cavallo tra la fine del 1500 e inizi del 1600, come dimostrato dal confronto visivo con un messale del 1605. Si ipotizza quindi che le otto Sagome siano state realizzate qualche anno dopo il 1634 e prima del 1663, anno in cui, secondo studi abbastanza recenti (Fucili 2005), sarebbe morto Urbinelli, e che quindi rappresenta il limite cronologico, oltre al quale non ci si può spingere, per la datazione delle otto sagome, almeno fino a che non venga messa in discussione la tradizionale attribuzione a G.B.Urbinelli. *Le altre sagome nell'oratorio di Santa Croce.* Nell'inventario di tutte le suppellettili della Compagnia di Santa Croce del 1704, oltre al *Calvario* attribuito a Urbinelli, vengono citate, all'interno della Cappella della Sacra Spina, anche nove figure fatte di carta con la tavola di dietro (ACVU *Inventario di tutte le suppellettili* 1704), oggi non pervenute. Nell'inventario di tutte le suppellettili del 1711 vengono citati invece due Angeli di legno, uno con la lancia e l'altro con la spugna, oggi collocati, in accordo con quanto riportato dalla fonte (ACVU *Inventario di tutte le suppellettili* 1711), presso la lunetta sovrastante la pala dell'Altar Maggiore dell'Oratorio di Santa Croce. Si tratta anche in questo caso di dipinti su tavola, ritagliati seguendo il contorno della figura. Si può quindi affermare che l'Oratorio di Santa Croce doveva costituire un centro importante in area marchigiana, per quanto riguardo la produzione di apparati sagomati e dipinti, proprio per la presenza al suo interno di ben diciannove opere simili. *Le sagome dipinte dell'arte religiosa marchigiana.* In seguito ad un'attenta ricerca sul territorio marchigiano, è stato individuato un campione di sette complessi sagomati, che si aggiungono alle diciannove manufatti dell'Oratorio di Santa Croce a Urbino. Le sagome analizzate mostrano, delle similitudini riguardanti sia l'iconografia che la funzione liturgica. Sono accomunate inoltre dall'impiego del supporto ligneo e dalla tecnica d'esecuzione che, pur se con piccole differenze, mantiene le stesse caratteristiche generali. In particolare le assi lignee sono poste verticalmente o orizzontalmente, in modo da seguire l'andamento della figurazione. In alcuni casi il soggetto iconografico è realizzato su un'unica tavola, in altri casi su più tavole, unite tramite "traversine", costituite da materiali di riuso e assemblate con chiodi ribattuti sia sul recto che sul retro, che hanno spesso un formato irregolare e che seguono sempre la sagomatura delle tavole. Lo strato preparatorio, infine, ha uno spessore esiguo, ed è costituito da una stesura di gesso e colla o semplicemente di colla animale.

Tecnica esecutiva del *Calvario*

Le otto sagome del *Calvario* sono costituite da sei opere eseguite su supporto ligneo e due su supporto cartaceo (*Maria Maddalena* e *San Longino*). Questa inusuale differenziazione dei materiali conferma l'impressione che non vi sia stata, in fase costruttiva, alcuna cura nella realizzazione dei supporti, apparendo questi sommariamente e velocemente assemblati con materiali di scarto. Bisogna però sempre tenere presente il carattere temporaneo di questa tipologia di manufatto, che nasce per un uso limitato nel tempo, e che spesso richiede l'esecuzione in tempi brevi e con ridotte capacità finanziarie. La tecnica esecutiva è quindi subordinata al significato religioso-devozionale e insieme popolare dell'opera: il fedele doveva sentirsi emotivamente partecipe del dramma rappresentato, e in questo senso la stesura pittorica risulta decisamente efficace. Realizzata per rapide pennellate a velatura, in molti casi a risparmio della preparazione chiara, appare dipinta da una mano particolarmente "felice".
Le sagome lignee. Il supporto ligneo in olmo, come dimostrato dall'osservazione al microscopio ottico, è costituito di volta in volta da due o più assi principali, poste verticalmente o orizzontalmente, in base allo sviluppo della figurazione. Le tavole principali sono tagliate seguendo il contorno della figura e traforate in corrispondenza dei vuoti figurativi; sono ricavate da segagioni longitudinali tangenziali, a conferma che non vi sia stata alcuna scelta del legno. Lungo i bordi, e in parte anche sul verso, sono evidenti i segni di lavorazione

lasciati dalla sega. Le assi costituenti il supporto sono unite esternamente da elementi lignei irregolari che, posti quasi sempre trasversalmente, seguono la sagomatura, anche in prossimità dei vuoti. Gli elementi lignei serviti per assemblare le opere sono derivati dagli scarti delle figure stesse (figg. 3, 4): essi, infatti, sono per la maggior parte costituiti dalla medesima specie lignea e dallo stesso tipo di taglio delle assi; combaciano, per venatura e profilo esterno, con i bordi di alcune tavole sagomate e presentano una preparazione a gesso e colla identica a quella stesa sul recto dell'opera. Nelle tre croci l'assemblaggio è invece eseguito da più elementi a sezione irregolare posti longitudinalmente, di diverse specie lignee. Si ritiene che in origine le tavole usate come supporto fossero state apprettate con una leggera preparazione a gesso e colla, verosimilmente in un impiego nel campo degli arredi liturgici, e che solo successivamente siano state impiegate per l'esecuzione di queste sagome. Alcuni elementi inducono a formulare tale ipotesi:

• Le tavole utilizzate come supporto, come già detto, sono in olmo, specie lignea di scarso impiego nel campo dell'arte ma più usata nell'ambito dell'arredo.

• In corrispondenza dei bordi dei manufatti non sono visibili le "sgocciolature" della preparazione, presenti invece sui margini dei frammenti lignei posti sul retro. Dal momento che la preparazione viene di norma stesa al termine della realizzazione del supporto, con lo scopo primario di ottenere una superficie omogenea e idonea a ricevere gli strati pittorici, non avrebbe avuto senso stenderla sulle singole tavole prima del loro assemblaggio.

• Il riuso di assi preesistenti spiega anche il fatto che due opere di questo complesso siano state fatte su carta: probabilmente le assi imbiancate disponibili non sono bastate alla realizzazione dell'intero *Calvario*.

Per riempire gli spazi lasciati dalle sconnessure delle tavole sono stati inseriti dei "cunei" lunghi e stretti, i quali presentano in molti casi delle pennellate che combaciano perfettamente con le assi adiacenti. Il loro colore, più spento, è dovuto ad un maggiore assorbimento del legante da parte del legno a causa della mancanza di preparazione su questi listelli. Con lo scopo di rinforzare le sconnessure tra le assi sono state incollate sul retro delle strisce di carta oppure di tela, bagnata in gesso e colla. L'unico caso in cui si rispetta la tradizionale tecnica di "impannatura" dei supporti lignei, è la sagoma raffigurante il *San Giovanni,* la quale presenta una striscia di tela che segue la linea di giunzione tra le due assi per tutta l'altezza. Lo strato preparatorio, estremamente sottile e steso in maniera non omogenea, è a base di gesso e colla, come confermato dalle analisi in FT-IR. Da un'attenta osservazione ai raggi infrarossi, è stato possibile individuare il disegno preparatorio, realizzato probabilmente a carboncino, con un tratto attento e preciso nel ritrarre i particolari fisionomici. L'artista sembra aver rispettato il disegno sottostante, a eccezione di qualche piccola modifica dimensionale. I contorni del disegno preparatorio sono stati poi ripresi e marcati durante l'esecuzione pittorica con pennellate di colore scuro. La stesura pittorica, si assottiglia nelle zone in cui sono usati i pigmenti bruni e risulta più corposa in corrispondenza degli incarnati. In alcune zone la pellicola pittorica è stata eseguita "a risparmio": la preparazione, in questi casi, è lasciata a vista per creare le zone più chiare. ***Le sagome cartacee.*** Il supporto delle due sagome cartacee raffiguranti la *Maddalena* e il *San Longino* è costituito da un doppio strato di carta, spesso in tutto circa due millimetri, costituito da più fogli giuntati tra loro.

Sul retro sono stati incollati fogli di riuso, derivati da un libro delle entrate e delle uscite, come rinforzo strutturale. L'evidente identità tra il supporto cartaceo delle due figure su carta e dell'elemento aggiunto per il completamento figurativo del perizoma del *Cristo*, conferma l'ipotesi che anche in origine le otto sagome facessero parte di un unico complesso. Per dare sostegno al supporto cartaceo e garantire una visione frontale, sono stati posizionati sul retro, sia orizzontalmente che verticalmente, elementi lignei di riuso, soprattutto in corrispondenza delle parti aggettanti. Per fare aderire tali sostegni al supporto, sono state incollate trasversalmente strisce di carta: si tratta di fogli strappati da un messale seicentesco e di porzioni di carta manoscritta (fig. 5). Sul retro della *Maddalena*, per proteggere ulteriormente i sostegni lignei, sono state adoperate strisce di tela, imbevute in gesso e colla, la cui riduzione (18x18 fili/cm$_2$) è identica a quella della tela presente sul recto del *San Giovanni* e a quella posta sul retro dei *Soldati che giocano a dadi*, dando ulteriore conferma che le sagome cartacee sono state realizzate contestualmente a quelle lignee. Lo strato preparatorio, non visibile ad occhio nudo, consta probabilmente di una semplice stesura di colla.

Indagini scientifiche

Il campionamento è stato effettuato prelevando 16 campioni (Tabella 1) rappresentativi dei materiali costitutivi le opere, al fine di individuare la tecnica di esecuzione delle sei sagome lignee conservate nell'Oratorio di Santa Croce.

Tabella 1. Descrizione campioni

Campioni	Tipologia	Punto di prelievo
SV1	Pellicola pittorica, preparazione	*Il buon Ladrone*, incarnato del torace
SV2	Pellicola pittorica, preparazione, legno	*Il buon Ladrone*, lato sinistro della croce

SV3	Pellicola pittorica, preparazione	*Il cattivo Ladrone,* incarnato sul braccio
SV4	Pellicola pittorica, preparazione, legno	*Il cattivo Ladrone,* incarnato della coscia destra
SV5	Pellicola pittorica, preparazione, legno	*Il cattivo Ladrone,* piede destro scuro
SV6	Stesura scura	*Il cattivo Ladrone,* retro
SV7	Preparazione	*I soldati che tirano la sorte sulla veste di Cristo*, retro, elemento ligneo per assemblare le assi
SV8	Scheggia legno	*I soldati che tirano la sorte sulla veste di Cristo,*terza asse sul lato destro
SV9	Pellicola pittorica, preparazione	*I soldati che tirano la sorte sulla veste di Cristo,*veste gialla del soldato
SV10	Pellicola pittorica	*I soldati che tirano la sorte sulla veste di Cristo,*veste rossa
SV11	Pellicola pittorica, preparazione, legno	*Il San Giovanni,* manto rosso
SV12	Pellicola pittorica, preparazione	*Cristo,* incarnato dell'addome
SV13	Pellicola pittorica, preparazione, legno	*Cristo,* fianco destro della Croce, piede
SV21	Legno	*Le Pie donne che sorreggono la Vergine*, retro, frammento ligneo di assemblaggio centrale
SV22	Legno	*Il buon Ladrone*, retro, supporto
SV23	Legno	*Le Pie donne che sorreggono la Vergine,* retro, frammento ligneo di assemblaggio

I suddetti campioni sono stati sottoposti alle seguenti indagini scientifiche:

• Osservazioni in microscopia ottica su sezioni lucide, utilizzando un microscopio ottico Nikon (Nikon, Japan), Mod. TK-1270E, interfacciato ad un computer, dotato di un software per l'acquisizione di immagini;

• Osservazioni in microscopia ottica su sezioni sottili, utilizzando un microscopio ottico LEICA DM LB 2 **[2]**;

• Osservazioni al microscopio elettronico, mediante un microscopio elettronico a scansione (SEM) Leika, modello Cambridge Stereoscan 360 (Leika, UK). e analisi in microsonda EDS (Link Analytical Oxford, modello 6103 (Link, UK));

• Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR), in pasticca di KBr, mediante uno spettrometro Shimadzu 8-300.

Risultati delle indagini.

L'osservazione al microscopio ottico per l'identificazione della specie lignea dei campioni SV8, SV21, SV22, SV23, ha confermato l'utilizzo di olmo (Ulmus sp.) (figg. 6, 7). In particolare nel campione SV8 si osserva il buono stato di conservazione delle fibre e delle cellule del raggio parenchimatico. Nel campione SV21 si può notare la presenza, tipica dell'olmo, dell'anello poroso ovvero della formazioni di vasi più grandi nel periodo primaverile, mentre in quello tardivo si hanno vasi più piccoli in gruppi da 2 a 4 disposti a bande. Nel campione SV22 si può notare l'alternanza tra i vasi a bande e le fibre dotate di una parete molto spessa; i raggi parenchimatici percorrono tutta la sezione e sono 4-5 seriati. Nel campione SV23 si osservano delle rotture dei vasi e dei raggi parenchimatici: ciò si verifica al momento del taglio quando il materiale, in parte degradato,si frantuma al passaggio della lama. Tutti i campioni osservati al microscopio ottico a luce riflessa (SV1, SV2, SV4, SV5, SV9, SV10, SV11, SV12, SV13) sono caratterizzati da una preparazione a base di gesso e colla. I campioni di incarnato SV1, SV4 e SV12 risultano essere tutti a base di biacca, ocra rossa e nero carbone; in particolare il campione SV1 (spessore massimo 62.5 μm) contiene anche particelle di cinabro, il campione SV4 (spessore massimo 135 μm) contiene anche celadonite e minio, il campione SV12 (spessore massimo 200 μm) mostra anche particelle di minio e cinabro.

Il campione di pellicola pittorica rossa SV11 è a base di ocra rossa, cinabro e particelle di biacca. Il campione di pellicola pittorica rossa SV10 presenta, sulla preparazione, un primo strato a base di ocra rossa, cinabro e particelle di biacca, un livello di sostanza organica e un secondo strato pittorico costituito prevalentemente da cinabro. I campioni SV2 (spessore massimo 110 μm), SV5 (spessore massimo 62.5 μm) e SV13 (spessore massimo 70 μm) sono molto simili, sono caratterizzati da una pellicola pittorica costituita da particelle di biacca, ocra rossa, nero d'ossa e silicati.
Il campione di pellicola pittorica gialla SV9 è caratterizzato da uno strato pittorico, con spessore massimo di 62.5 μm, ricco di particelle di ocra rossa, biacca e litargirio. Le osservazioni mediante microscopio elettronico a scansione e le relative analisi effettuate in microsonda (EDS) sono state effettuate sui campioni SV1, SV2, SV4, SV5, SV9, SV10, SV11, SV12 e SV13. Le osservazioni e le microanalisi effettuate sui campioni SV2, SV5 e SV13 mostrano una composizione a base di piombo (biacca), ferro, silicio, magnesio, alluminio e potassio (ocra rossa). Gli incarnati sono caratterizzati dalla presenza di piombo riferibile a biacca e minio; in particolare i campioni SV1 (figg. 8, 9) e SV12 contengono anche mercurio e zolfo (cinabro), silicio, ferro, magnesio, alluminio e potassio (ocra rossa). Nel campione SV4 la presenza di silicio, ferro, alluminio, magnesio, potassio e manganese riconducibile a celadonite.
Le microanalisi della pellicola pittorica gialla del campione SV9 rivelano uno strato pittorico a base di piombo (minio e litargirio), e poi silicio, ferro, magnesio e alluminio (ocra gialla); sono inoltre presenti particelle a base di piombo biacca e minio), la pellicola è stesa su uno strato preparatorio composto da gesso e aggregato silicatico. Le osservazioni e le microanalisi effettuate sui campioni SV10 e SV11 le pellicole rosse risultano composte da silicio, magnesio, ferro, alluminio e potassio (ocra rossa), mercurio e zolfo (cinabro) e piombo (minio e biacca), in particolare il campione SV10 presenta un secondo strato pittorico più esterno costituito principalmente da piombo (minio e poca biacca), mercurio e zolfo (cinabro) (figg. 10, 11). Le analisi FT-IR effettuate sullo strato pittorico del campione SV1 mostrano la presenza di biacca, tracce di gesso e probabile minio; mentre per quanto riguarda il legante sono presenti esteri di acidi grassi e una sostanza proteica, rispettivamente riconducibili alla presenza di olio e colla o uovo. Le analisi relative alla pellicola pittorica, con tracce di preparazione, del campione SV9, indicano la presenza di gesso, calcite, biacca, tracce di ossalato di calcio (probabilmente da mineralizzazione di oli), silicati, materiale proteico (probabile colla, oppure uovo intero).

Conclusioni

Lo studio delle fonti archivistiche non ha fornito la documentazione adeguata per affermare con certezza l'ipotesi che le otto sagome facessero parte di un apparato effimero, da esporre solo nel periodo quaresimale. Ciò che sappiamo con sicurezza è che dal 1704 in poi la loro collocazione fissa è stata presso la lunetta, sovrastante la cancellata di ingresso alla Cappella della Sacra Spina, che sembra accoglierle a tal punto da far ritenere che esse siano state realizzate per essere ivi collocate. La mancanza di notizie nel periodo che intercorre tra le date ipotizzate per la realizzazione del complesso (dal 1634 al 1663) e il 1704 lascia spazio ad entrambe le ipotesi riguardanti la funzione liturgica per la quale sono state realizzate le sagome. Tuttavia si ritiene, in base alle ricerche svolte circa le altre sagome marchigiane e le tradizioni liturgiche urbinati, che il *Calvario* di Santa Croce sia stato realizzato per essere esposto durante i "venerdì di marzo". Riguardo l'utilizzo delle otto sagome durante il periodo quaresimale, bisogna sottolineare che il notevole peso che le caratterizza porta ad escludere il loro impiego in processione, mentre sembra più credibile la loro collocazione fissa, anche se saltuaria, presso l'Altar Maggiore o sul sagrato dell'Oratorio, e la conseguente scansione nello spazio, che ricorda la disposizione scenografica delle quinte teatrali. La realizzazione di apparati sagomati per la rappresentazione del Sacro Dramma della Crocifissione, ricorda il medesimo uso di complessi sagomati per la raffigurazione della Nascita di Gesù Cristo. I soggetti trattati, in entrambi i casi, si prestano ad essere rappresentati scenograficamente, al fine di creare nel fedele l'illusione di partecipare realmente alla vicenda Sacra narrata, sia attraverso una messa in scena teatrale, che attraverso l'impiego di sculture o come in questo caso di sagome, che diventano, al pari degli attori, i protagonisti della vicenda rappresentata.
Le osservazioni effettuate mediante riflettografia infrarossa hanno evidenziato che le varie fasi di esecuzione precedenti la stesura pittorica, e cioè il disegno preparatorio a carboncino e la successiva ripresa dello stesso con pennellate di colore scuro, coincidono perfettamente con quelle delle altre sagome.
La pittura è stata eseguita probabilmente con la medesima tecnica scelta per le figure dipinte su supporto ligneo, vale a dire tempera grassa. Lo spessore dello strato pittorico è anche in questo caso esiguo, più corposo in corrispondenza delle zone chiare e più sottile per i bruni. Dal confronto dei risultati ottenuti dalle osservazioni al microscopio ottico e dalle analisi in microsonda ED è stato possibile individuare i pigmenti maggiormente usati: orpimento, biacca, litargirio, ocra rossa e gialla, per i gialli; biacca, minio, ocra rossa, cinabro, nero d'ossa e celadonite, per gli incarnati; ocra rossa, cinabro, minio e poca biacca, per i rossi. Le analisi in FT-IR hanno permesso di confermare la presenza di un legante proteico, probabilmente colla animale o uovo, e di una componente oleosa, confermando che si tratta di una tempera grassa.



Figura 1. Il calvario di Urbinelli presso la lunetta

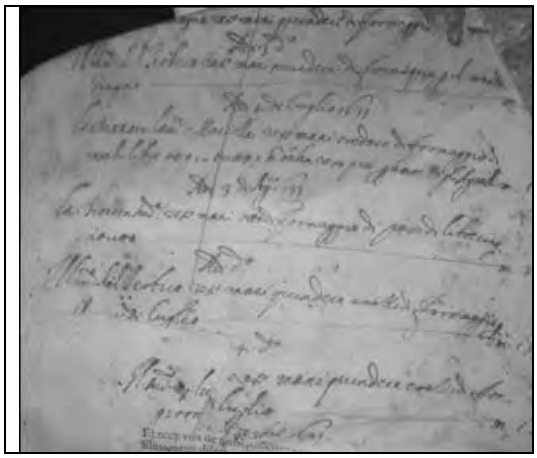


Figura 2. Fogli manoscritti sul retro del S.Longino

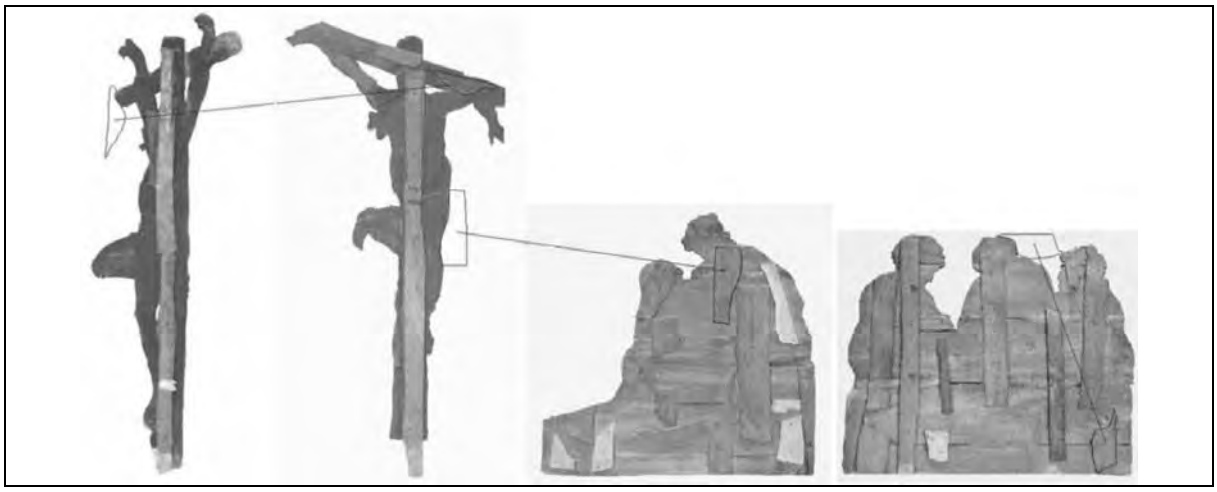


Figura 3. Scarti della sagomatura per assemblare le assi



Figura 4. Deliquio della Vergine



Figura 5. Retro del San Longino

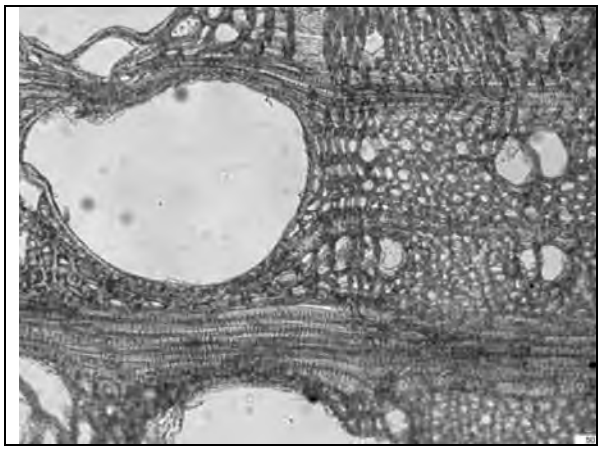


Figura 6. Sezione trasversale del campione SV8

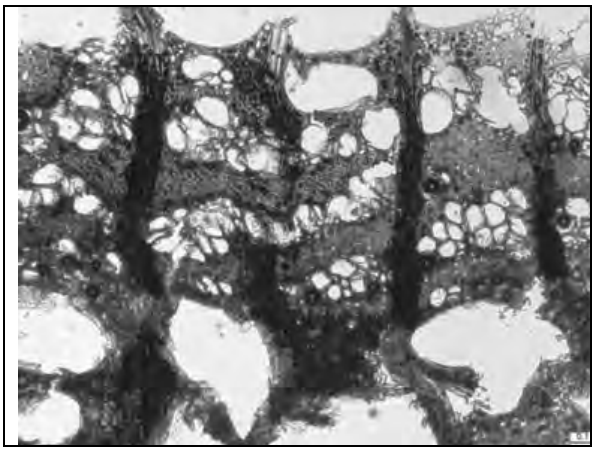


Figura 7. Sezione trasversale del campione SV23

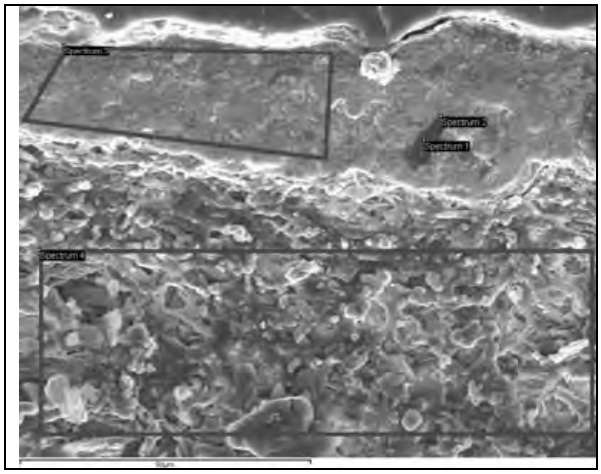


Figura 8. Campione SV1 (750x) (SEM)

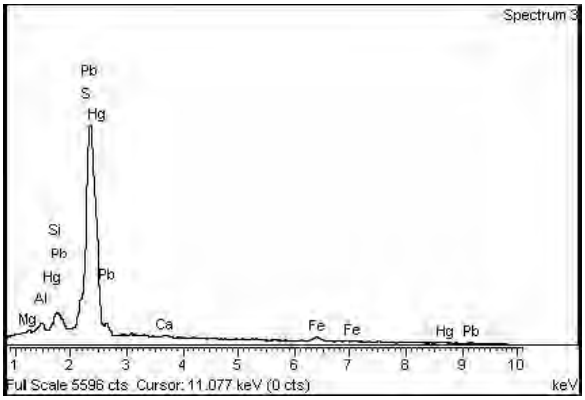


Figura 9. Spettro 3 del campione SV1 (EDS)

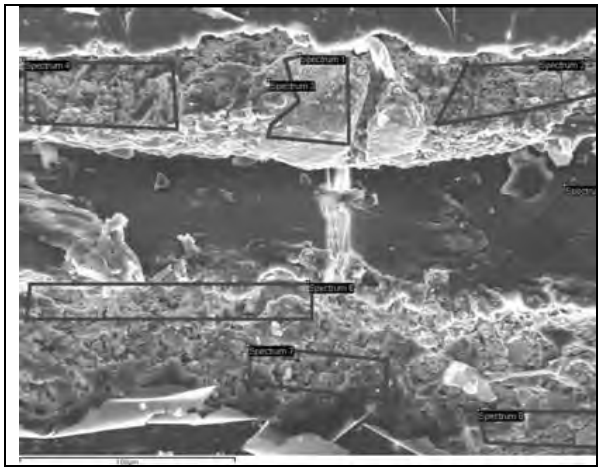


Figura 10. Campione SV10 (500x) (SEM)

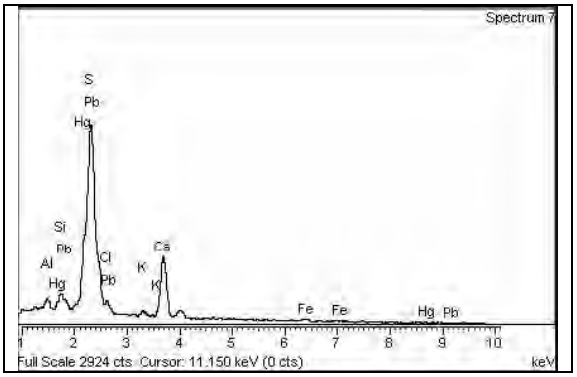


Figura 11. Spettro 7 del campione SV10 (EDS)

BIBLIOGRAFIA

1. ARCHIVIO CURIA VESCOVILE, URBINO (ACVU), Fondo Compagnia Santa Croce, *Inventario di tutte le* suppellettili, 1632.
2. ACVU, Fondo Compagnia Santa Croce, *Memorie della Compagnia di Santa Croce delle Reliquie*, 1654-1658.
3. ACVU, Fondo Compagnia Santa Croce, *Inventario di tutte le suppellettili*, 1704.
4. ACVU, Fondo Compagnia Santa Croce, *Inventario di tutte le suppellettili*, 1711.
5. AA. VV., Legni da ebanisteria, a cura di G. Borghini e M.G. Massafra, De Luca Editori d'Arte, Roma, 2002.
6. L. Allegri, Teatro e spettacolo nel Medioevo, Editori Laterza, Roma – Bari, 1990, p.128.
7. M. Bernardi, Il sacro monte di Varallo, Istituto bancario di San Paolo di Torino, Torino, 1960, p. 48.
8. R. Cannatà, A. Ghisetti Giavarina, *Cola dell'Amatrice*, Cantini Editore, Firenze, 1991.
9. B. Cleri, *Il tema della Crocifissione in un Altare della Chiese del Beato Sante Brancosini di Monbaroccio*, in G. MANDOLINI, *Il Santuario del Beato Sante di Monbaroccio (PS)*, Pesaro-Urbino, 1998, pp. 173-181
10. G. Cucco, A.R. Nanni, *Oratori e Confraternite di Urbino*, Arti Grafiche Stibu, Urbania, 1995.
11. A. Lazzari, *Delle Chiese di Urbino e delle pitture in esse esistenti*, Compendio storico, Giovanni Guerrini, Urbino, 1801.
12. B. Fazzari, *Le Sagome di Santa Croce a Urbino: una tipologia di arte religiosa marchigiana. Dalla Conoscenza al confronto*, Tesi di laurea, relatore M. L. Amadori, correlatore C. Caldi, Facoltà di Lettere e Filosofia, Corso di Laurea in Tecnologia per la conservazione per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali, Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Anno Accademico 2005-2006.
13. D. Ferriani, *Musei d'Italia Meraviglie d'Italia*, Ascoli Piceno Pinacoteca Civica, Edizione Calderoni, Bologna, 1994.
14. A. Fucili, *Giovan Battista Urbinelli*, *Nel segno dei Barocci Allievi e seguaci tra Marche, Umbria, Siena*, a cura di A. M. Ambrosini Massari e M. Cellini, Federico Motta Editore Spa, Milano, 2005, pp. 282-290.
15. M.C. Galassi, *I profili del presepe Le sagome dipinte del Museo Luxoro*, Genova Nervi, 1992.
16. Gale R., Cutler D., *Plants in Archaeology* Westbury Publishing & Royal Botanic Gardens, Kew, 2000, pp.98-99.
17. Galotta G., 1999, *Studi di caratterizzazione per la conservazione dei manufatti lignei provenienti dalle aree di scavo vesuviane,* Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze del Legno, Università degli Studi di Firenze.
18. D.B. Ligi, *Memorie Ecclesiastiche di Urbino*, Volume I, S.T.E.U., Urbino, 1938.
19. F. Mariano, Il teatro nelle Marche: Architettura, Scenografia e Spettacolo, Cardini Editore Fiesole, Firenze, 1997, pp. 59-60.
20. F. Mazzini, *I mattoni e le pietre di Urbino*, Argalìa Editore, Urbino, 1982.
21. W. Scotucci, P. Pietrangelini, *Vincenzo Pagani*, Amilcare Rizzi, 1994.
22. L. Serra, *Catalogo delle cose d'arte e di antichità di Urbino*, La Libreria dello Stato, Roma, 1932.
23. Schweingruber F.H. (1990) *Anatomy of European woods* - WSL FNP Paul Haupt Berne and Stuttgart Publishers, pp.800.
24. UNI 11118, 2004, *Beni Culturali - Manufatti lignei – Criteri per l'identificazione delle specie legnose*, UNI Milano.

NOTE

[1] L'attuale collocazione è il laboratorio di restauro del corso "Tecnologie per la conservazione e il restauro dei beni culturali" dell'Università di Urbino.
[2] Le identificazioni della specie lignea, mediante osservazioni di sezioni sottili realizzate dal legno secondo le tre direzioni anatomiche fondamentali (trasversale, longitudinale tangenziale e longitudinale radiale), sono state realizzate presso l'IVALSA-CNR di Sesto Fiorentino in collaborazione con il dott. Nicola Macchioni.
[3] Ascoli, Pinacoteca Civica, Cola dell'Amatrice, *Crocifisso* (dalla Chiesa di San Pietro Martire), ante 1517, cm. 171x279, scultura lignea policroma, *Madonna addolorata e San Giovanni* (dalla Chiesa dell'Annunziata), 1517-1519, cm. 237x34,5, tempera su tavola in pioppo sagomata.
[4] Monteprandone (AP), Chiesa di Santa Maria delle Grazie, *Crocifisso,* Autore n.n., XVI secolo, scultura lignea, *Madonna addolorata e San Giovanni*, Vincenzo Pagani, 1540 c.a., olio su tavole in pioppo sagomate.
[5] Marotta di Mondolfo (PU), Chiesa di San Giovanni Apostolo, *Crocifisso*, Autore n.n, scultura lignea, *Madonna addolorata e San Giovanni*, Sebastiano Ceccarini, seconda metà del XVIII secolo, olio su tavole sagomate.
[6] Macerata, Chiesa di San Giovanni, *Natività, Adorazione dei pastori e dei Magi*, Giuliano Alberti, 1747, olio su tavole in abete sagomate (fig. 17).
[7] Milano, Basilica di San Marco, *Presepe* (14 sagome), Francesco Londonio, 1750c.a., olio su cartone sagomato incollato su legno.
[8] Genova, Museo Luxoro, *Presepe* (19 sagome), Autore n.n., fine XVIII secolo, cm 70 c.a., olio su carta Rinforzata.

IL PORTALE DELL'INCORONAZIONE NEL DUOMO DI UDINE E IL PROBLEMA DEI NUOVI TRATTAMENTI DEL MATERIALE LAPIDEO

Paolo Casadio[*], Monica Favaro[**], Luisa Fogar[***], Daniela Pinna[****], Simone Porcinai[****], Patrizia Tomasin[**], Caterina Olivieri[***], Pietro A. Vigato[**]

[*] Storico dell'Arte, Soprintendenza per i BAPPSAD del Friuli Venezia-Giulia, via Zanon 20, 33100 Udine;
[**] Ricercatrice, CNR-ICIS, Corso Stati Uniti 4, 35127 PADOVA, 049 8295969, patrizia.tomasin@icis.cnr.it
[***] Restauratrice, A.RE.CON. snc, via Napoleonica 62, 33030 Campoformido (UD), 043269428, info@areconudine.com
[****] Esperto Scientifico, Laboratorio Scientifico – Opificio delle Pietre Dure – MiBAC – Viale Filippo Strozzi 1, 50129 Firenze, 055 46251, simone.porcinai@beniculturali.it

Abstract

Il Portale dell'Incoronazione del Duomo di Udine, trattato nel 1980 con Paraloid B72, presentava, dopo circa 25 anni dall'intervento, aree di degrado molto avanzato proprio in corrispondenza delle superfici consolidate. Lo studio del degrado del materiale lapideo e del polimero applicato e le successive indagini volte ad individuare il prodotto più adatto per un nuovo intervento di restauro costituiscono, oltre che un importante contribuito al problema del ritrattamento delle superfici, anche un interessante caso di azione sinergica di soggetti diversi: la Soprintendenza per i BAPPSAD del Friuli Venezia-Giulia, l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, la ditta di restauro A.RE.CON. snc di Udine e l'ICIS-CNR di Padova.
Un'estesa campagna diagnostica, mediante spettrofotometria FTIR e indagine stratigrafica con microscopio ottico ed elettronico ha permesso di approfondire la conoscenza dello stato di conservazione del manufatto e delle cause che ne hanno determinato un degrado così pronunciato, avvenuto in un intervallo di tempo relativamente breve: è stata rilevata la presenza molto diffusa del polimero Paraloid B72 e, limitatamente ad alcune zone, di ossalati di calcio nonché un elevato grado di solfatazione delle superfici. Osservazioni morfologiche al SEM di frammenti prelevati dopo le prove di rimozione del polimero, hanno permesso di valutarne l'efficacia in modo da individuare il successivo intervento conservativo più opportuno. Indagini spettroscopiche μ-FT-IR e ^{1}H, ^{13}C NMR condotte sulle frazioni polimeriche estratte hanno rilevato il grado di deterioramento del polimero applicato. Dopo la pulitura della superficie con acetato di etile per la rimozione del polimero precedentemente applicato, si è proceduto all'applicazione in tre diverse aree di tre prodotti consolidanti, due inorganici (bario idrossido e silicato di etile) e un organico, la stessa resina acrilica Paraloid B72 applicata in passato. A distanza di 6 mesi è stata valutata mediante SEM-EDS la capacità di penetrazione e l'efficacia consolidante sul substrato.
L'impossibilità di rimuovere completamente il polimero, se non a livello superficiale, accertata dalle indagini effettuate, è dovuta al processo di invecchiamento delle resine acriliche; questo ha determinato la scelta di riapplicare lo stesso Paraloid B72, di cui è noto il comportamento a lungo termine, piuttosto che introdurre nuovi materiali la cui interazione con il polimero presente negli strati più profondi non è nota e necessita di ulteriori approfonditi studi.

Introduzione

Negli ultimi 50 anni una vasta serie di polimeri sintetici (acrilici, vinilici, siliconici, fluorurati…) è stata utilizzata nel restauro della pietra, come consolidanti o protettivi, per prevenirne o arrestarne il degrado dovuto all'esposizione agli agenti atmosferici e all'inquinamento ambientale [1,2].
Col passar del tempo si sono evidenziati fenomeni di degrado a carico degli stessi polimeri per azione dei medesimi meccanismi chimico-fisici (fotoossidazione, sbalzi termici,…) [2-4]; questo ha portato a modificazioni delle loro caratteristiche, che hanno determinato fenomeni di ingiallimento, diminuzione della solubilità, irrigidimento, fessurazioni, ecc. riducendone di fatto l'efficacia e causando un peggioramento dello stato generale dei manufatti che dovevano proteggere. Recenti studi hanno messo in luce i fenomeni molecolari che determinano queste modificazioni, spesso irreversibili [5-9].
Rispetto a questi trattamenti, come anche ad altri, si è dunque messo in discussione il concetto della reversibilità degli interventi di restauro, che per molti anni è stato considerato una delle caratteristiche indispensabili. La reversibilità, più che un requisito necessario, si è posta ad un certo punto come una condizione ideale, alla quale bisognava tendere, ma impossibile da raggiungere nella pratica. Sono stati introdotti nuovi concetti per la valutazione della praticabilità di un intervento di restauro: in particolare la compatibilità e la ritrattabilità. Se la prima richiede che i materiali utilizzati per il trattamento non inducano effetti negativi sul substrato, la seconda impone che l'attuale trattamento conservativo non precluda o impedisca futuri trattamenti. Questi principi sono considerati più sostenibili perché sono più realistici e permettono che i futuri trattamenti si avvantaggino del

progresso della conoscenza scientifica [10]. Anche questi concetti, come pure una riflessione aggiornata sull'istanza della reversibilità, sono al centro del dibattito nell'ambito del restauro e della scienza della conservazione: negli ultimi anni un crescente numero di convegni e lavori è dedicato a questo tema [11-13].
Un utile contributo al dibattito può essere offerto dal presente lavoro concernente il recente intervento di restauro del Portale Nord del Duomo di Udine (figura 1).



Figura 1. Lunetta del Portale dell'Incoronazione, Duomo di Udine, (a sinistra) e particolare dell'Incoronazione della Madonna (a destra).

Il portale dell'Incoronazione venne eretto tra il 1395 e il 1396 in sostituzione di una più antica porta del Duomo situata sul fianco nord, verso l'antica cappella di San Giovanni adibita a battistero. Dagli annali del Comune di Udine oltre a ricavare la precisa indicazione cronologica si evince anche che il portale fu costruito "per quondam Magistrum theatonicum".
L'attuale collocazione del manufatto non è quella originaria: il portale (che si compone di 18 conci scolpiti) venne smontato e ricostruito a pochi passi di distanza, verso il Battistero, presumibilmente nel 1717, nell'ambito dei complessi lavori che interessarono l'intero Duomo per ricavare il nuovo accesso al lato nord della costruzione. Il trauma subito in quell'occasione incise negativamente sullo stato di conservazione.
Alla base della lunetta a sesto acuto che ospita al centro la rappresentazione dell'Incoronazione della Madonna da parte di Cristo, circondata da angeli tripudianti e musicanti, sono raffigurati l'Angelo nunziante e la Vergine annunciata sovrastata dalla colomba dello Spirito Santo. Un palese riferimento alla dedicazione mariana del duomo si coglie anche nei motivi floreali che decorano lo spessore dell'arco, interpretabili come tralci di rose.
Al di sopra della lunetta, nel punto più alto del manufatto è scolpita l'immagine del Cristo passo (Ecce Homo), purtroppo mal leggibile, essendo collocato in un punto assai esposto all'azione corrosiva degli agenti atmosferici. Nell'architrave alla base della lunetta sono scolpiti alcuni episodi dell'Infanzia di Cristo (Adorazione dei Magi e Strage degli innocenti). Lo spazio restante è occupato da immagini legate al culto locale dei santi e alle vicende religiose del duomo.
Le caratteristiche stilistico formali delle figurazioni confermano la formazione e l'origine nordica dell'autore che resta ancora anonimo ma al quale sono state riferite altre sculture esistenti nella vicina Carinzia, come la lunetta all'interno della chiesa di St. Jakob a Villach (lato sud dell'abside) e la lastra con scene del martirio di Santo Stefano, dell'Annunciazione e di San Michele della chiesa parrocchiale di Sankt Stephan a Finkelstein.
Per tali caratteristiche di stile il portale udinese costituisce un esempio piuttosto isolato nel contesto friulano e non sembra che la sua presenza, sia pure nel monumento principale della città, abbia influenzato la produzione scultorea locale. Nondimeno esso rappresenta una rilevante testimonianza della vitale circolazione di artisti di formazione nordica accanto a presenze lombarde e veneziane che caratterizza la *facies* culturale della città negli ultimi decenni di vita dello stato patriarcale [14-17].
Il materiale lapideo costituente è una dolomia calcarea con quarzo e minerali argillosi accessori. L'elevata porosità del substrato lapideo dovuta all'azione degli agenti di degrado, la disposizione trasversale delle venature (argillose), oltre naturalmente all'esposizione agli agenti atmosferici e agli sbalzi termici avevano provocato un estremo deterioramento della superficie che ha determinato la scelta, nel 1980, di procedere con un intervento di restauro. Dopo un prefissaggio con alcool polivinilico e un preconsolidamento con resina acrilica, si operò un intervento di pulitura e successivamente un consolidamento per impregnazione fino a rifiuto di Paraloid B72, Rohm and Haas, copolimero metilacrilato-etilmetacrilato. A questo seguirono le operazioni di consolidamento statico, di stuccatura e protezione superficiale con resine acriliche e cere microcristalline [18].
Dopo circa 25 anni il paramento lapideo versava nuovamente in uno stato di estremo degrado e, dopo un'attenta valutazione dello stato di conservazione da parte degli esperti preposti della soprintendenza per i BAPPSAD del Friuli Venezia-Giulia, sono stati chiamati a collaborare l'Opificio delle Pietre dure e l'ICIS-CNR di Padova per realizzare le indagini diagnostiche per la conoscenza dello stato di conservazione e per decidere il successivo intervento di restauro.
La superficie lapidea presentava infatti rigonfiamenti, esfoliazioni, strappi e scagliature verosimilmente causati dalla presenza dei materiali polimerici idrofobici impiegati come consolidante (Paraloid B72) e protettivo

(Paraloid B72 e cera microcristallina) e, naturalmente, alla mancata manutenzione ordinaria indicata dai restauratori ad ogni biennio.
Per valutare efficacemente le cause di degrado delle superfici trattate, alcuni frammenti, opportunamente selezionati, sono stati sottoposti ad indagine chimico-fisiche e stratigrafica mediante microscopia ottica ed elettronica e spettroscopia infrarossa.
Per identificare i processi di degrado e la removibilità dei polimeri applicati nel precedente restauro e definire i materiali ed i metodi da impiegare nel nuovo intervento di consolidamento, sono state eseguite delle analisi spettroscopiche μ-FT-IR e NMR su frammenti prelevati prima e dopo le operazioni di rimozione del polimero con acetato di etile. Dopo la rimozione del vecchio trattamento, sulle superfici sono state effettuate delle prove di consolidamento con $Ba(OH)_2$, silicato di etile e Paraloid B72 ed a 6 mesi dal nuovo trattamento si è proceduto ad una verifica attraverso indagini morfologiche in superficie ed in profondità.
I risultati dell'indagine, le conclusioni e gli interventi finali, riportati in questo lavoro, costituiscono un interessante contributo ai temi sempre più attuali nella conservazione monumentale di reversibilità, compatibilità e ritrattabilità.

Parte sperimentale

Materiali e metodi. Una prima indagine è stata rivolta alla valutazione delle cause che hanno portato alla perdita di efficacia del trattamento di restauro precedente: sono state quindi prelevate da diverse aree scaglie di materiale lapideo trattato, di dimensioni massime di circa 10-20 mm^2; sono stati inoltre effettuati prelievi tramite tampone di cotone imbibito di acetato di etile per la rimozione selettiva del prodotto polimerico applicato. Questi campioni sono stati oggetto di analisi per la caratterizzazione, mediante microscopia ottica e SEM-EDS, delle trasformazioni del substrato e, per quanto riguarda gli estratti, per la individuazione mediante spettroscopia IR e NMR di eventuali modificazioni dei polimeri.
Successivamente la superficie del portale è stata sottoposta ad un intervento di pulitura con acetato di etile con l'intento di rimuovere il polimero acrilico applicato nell'intervento del 1980. Infine sono stati applicati tre diversi prodotti consolidanti in aree scelte opportunamente (figura 2), in modo da valutare, attraverso le analisi di laboratorio, la loro efficacia e dunque selezionare il trattamento più adatto. Le metodologie di trattamento testate sono:

- Area 1. Trattamento con bario idrossido per la conversione del solfato solubile (gesso) in bario solfato insolubile (barite). L'impacco è stato preparato nelle proporzioni di 100 g di polvere/1kg polpa carta bagnata ed è stato fatto agire sulla superficie per 4 ore;
- Area 2. Trattamento con silicato di etile Estel 1000, che dopo idrolisi e condensazione si trasforma in silice colloidale;
- Area 3. Trattamento con Paraloid B72, copolimero metilacrilato-etilmetacrilato omologo a quello applicato nel 1980, in soluzione di diluente nitro al 5% applicato a pennello.

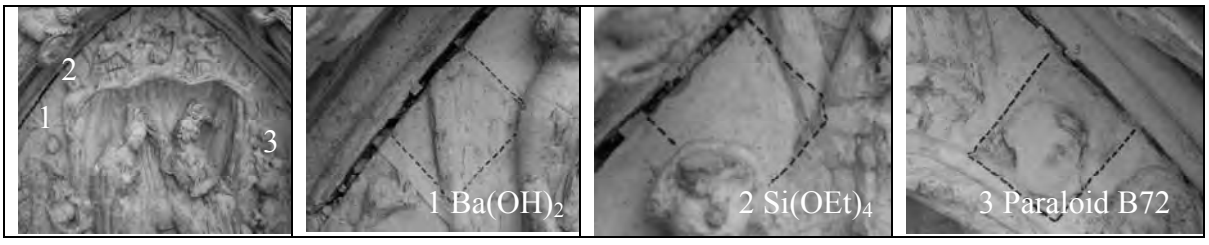


Figura 2. Indicazione delle aree trattate per le prove di consolidamento: area 1, trattata con bario idrossido; area 2, trattata con silicato di etile Estel 1000; area 3 trattata con Paraloid B72.

A distanza di 6 mesi dall'applicazione dei prodotti, utilizzati nelle prove di consolidamento, sono state nuovamente prelevate delle scaglie che sono state analizzate, dopo una preliminare preparazione del campione in sezione lucida trasversale, mediante microscopio a scansione elettronica e mappatura ai raggi X.
Analisi SEM-EDS. Sezioni lucide delle scaglie di superficie prelevate dalla superficie prima e dopo la rimozione del vecchio polimero e a circa 6 mesi dall'applicazione di prova dei prodotti consolidanti sono state osservate con un microscopio a scansione elettronica modello Philips XL 40 LaB_6. Le mappature ai raggi X dei diversi elementi sono state ottenute con uno spettrometro a dispersione di energia EDAX DX ed un accelerating voltage di 25 keV.
Analisi Micro-FT-IR. Gli stessi campioni sono stati trattati con acetone per permettere l'estrazione del polimero. Dopo circa 2 ore, alcune micro gocce della soluzione sono state poste su una lamina d'oro; dopo l'evaporazione del solvente il residuo ottenuto è stato analizzato tramite micro FT-IR.

Per la caratterizzazione del polimero applicato sono stati effettuati dei prelievi a tampone con acetato di etile dalla superficie del portale. I tamponi prelevati sono stati successivamente trattati con acetone per estrarre la frazione polimerica solubile. Dopo due ore la soluzione è stata separata dal cotone e ritrattata per due volte con acetone. Le diverse aliquote separate sono state raccolte in un'unica soluzione successivamente portata a secco all'aria. Una frazione del residuo estratto è stata stesa su lamina d'oro e quindi analizzata tramite micro FT-IR.
Le analisi sono state condotte utilizzando un microscopio Nicolet collegato allo strumento Nicolet 560 FT-IR con detector MCT (Mercury Chromium Telluride). Le microaree analizzate sono di circa 50 μm^2. Gli spettri infrarossi sono stati registrati in riflessione nell'intervallo 4000-650 cm^{-1}, con una risoluzione di 4 cm^{-1}.
Analisi NMR. Le analisi NMR sono state effettuate con uno spettrometro Bruker AMX 300 operante alla frequenza di 300.13 MHz per ^{1}H e di 75.47 MHz per ^{13}C. Il solvente deuterato ($CDCl_3$) è stato usato anche come riferimento interno.
Il residuo dei campioni estratti con acetato di etile dopo evaporazione del solvente è stato ripreso con $CDCl_3$ e ne sono stati raccolti gli spettri ^{1}H e ^{13}C della soluzione risultante.

Risultati

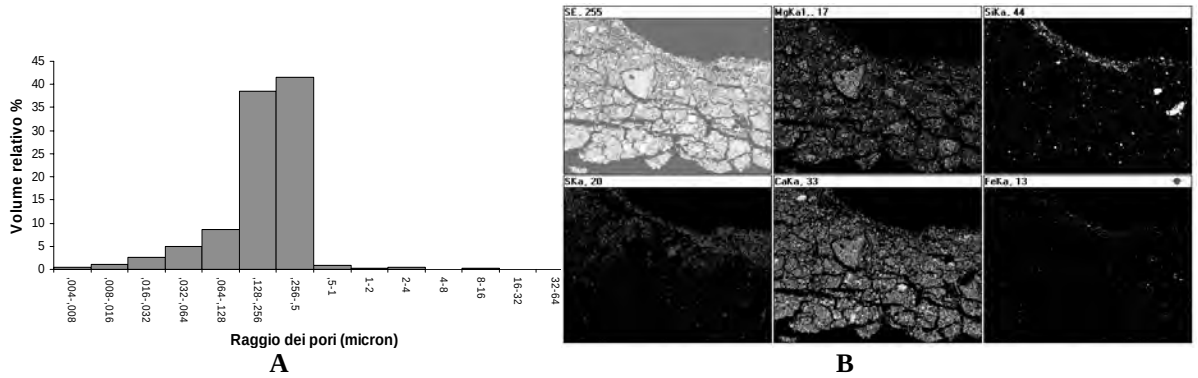
All'osservazione diretta, il degrado della pietra era molto variabile da punto a punto, non apparentemente correlabile all'orientazione delle superfici e, quindi, ad una diversa esposizione agli agenti atmosferici; la coesione della pietra era molto diversa anche in zone contigue appartenenti allo stesso blocco di pietra tanto che, nei casi più gravi, si potevano osservare perdite di parti del modellato.
L'osservazione di alcune scaglie di materiale lapideo allo stereomicroscopio ha permesso evidenziare la presenza di un film presumibilmente costituito da un polimero sintetico e pertanto riconducibile al trattamento effettuato negli anni '80 con Paraloid B72. Infatti, la superficie della pietra è apparsa molto lucida e nel caso di un campione è stato possibile apprezzare chiaramente la differenza fra una parte di superficie ricoperta ed una parte non ricoperta dal film continuo e coprente di resina acrilica (Figura 3).



Figura 3. Foto allo stereomicroscopio di un campione di materiale lapideo, 32x nell'originale.

Lo studio mediante spettrofotometria FTIR ha confermato la presenza molto diffusa del polimero Paraloid B72 e, limitatamente ad alcune zone, di ossalati di calcio nonché un elevato grado di solfatazione delle superfici. L'entità del fenomeno di solfatazione, che è apparso subito come l'aspetto più critico per lo stato di conservazione dell'oggetto, è stato approfondito indagando la distribuzione dei solfati solubili di neoformazione e la loro penetrazione all'interno della pietra su alcuni campioni prelevati prima della pulitura, attraverso l'osservazione morfologica tramite SEM, l'analisi con microsonda EDS e la mappatura di elementi-markers. Inoltre, l'indagine stratigrafica di alcuni frammenti, mediante microscopia ottica ed elettronica, ha evidenziato una notevole variabilità della compattezza della pietra nei diversi punti analizzati: in alcuni campioni il substrato lapideo appare compatto mentre in altri è interessato da profonde ed ampie fessurazioni; si può quindi ipotizzare che una delle cause del degrado è da ricondursi alla struttura della pietra stessa. Infatti, le zone caratterizzate da una tessitura stratificata e, quindi, potenzialmente in grado di favorire la penetrazione dell'acqua piovana e degli inquinanti in essa disciolti, sono molto più degradate, con un fenomeno di solfatazione presente fino ad una profondità di circa 500 μm, mentre le zone in cui la pietra risultava compatta il gesso costituiva un sottile film superficiale (10μm-20μm), inglobante particellato di natura silicatica.
L'immagine SEM in elettroni retrodiffusi e la relativa mappa di distribuzione degli elementi, di un campione che si era quasi completamente staccato dal substrato lapideo sottostante, documentano una situazione rappresentativa dello stato di conservazione caratterizzato da una elevata decoesione (Figura 4B). Infatti, il frammento è interessato in tutto il suo spessore (circa 500μm - 600 μm) da numerose fessurazioni e dalla presenza di gesso, maggiormente distribuito (vedasi mappa dello zolfo) nella porzione di frammento (circa

100µm - 200 µm) più vicina alla superficie ma presente anche in modo non trascurabile negli strati più profondi del campione. Una ulteriore conferma del forte degrado della pietra è fornita dall'analisi porosimetrica effettuata su un campione. Si rileva infatti la porosità totale del 12,8% e la distribuzione del raggio dei pori concentrata in due intervalli di misura (Figura 4A). L'analisi, pur non essendo significativa della porosità generale della pietra, è indicativa del degrado della dolomia, caratterizzata da valori di porosità intorno al 2%.



A **B**

Figura 4. A) Distribuzione del raggio dei pori di un campione. B) Immagine SEM in elettroni retrodiffusi e mappa di distribuzione degli elementi di un frammento fortemente decoeso.

E' pertanto plausibile supporre che il fenomeno di solfatazione continui ancor più in profondità rispetto alla zona indagata che si limita allo spessore di un frammento già staccatosi dal substrato lapideo. Infine, le mappe di distribuzione del silicio e del ferro permettono di identificare un sottile strato (circa 20µm - 30 µm) di materiale silicatico dovuto a deposito di particolato.

Gli estratti, ottenuti mediante applicazione di tamponi imbibiti di acetato di etile sulla superficie, hanno permesso la caratterizzazione mediante FT-IR e NMR dei polimeri presenti e la valutazione del loro stato di degrado, attraverso il confronto con analoghi polimeri sottoposti ad invecchiamento artificiale fotoossidativo e salino.

Il prodotto commerciale Paraloid B72 corrisponde ad un copolimero metilacrilato-etilmetacrilato (PMA-PEMA 30/70 w/w%). Lo spettro IR del materiale estratto dalla superficie del portale (campione: *U1*) presenta gli assorbimenti caratteristici dei gruppi funzionali contenuti nel polimero acrilico Paraloid B72, riportati negli spettri di assorbimento (figura 5a). Nei campioni analizzati è probabilmente presente anche una cera microcristallina, come evidenziato dagli intensi assorbimenti a 2923 e 2853 cm^{-1}.

Nello spettro del campione, si evidenzia inoltre un allargamento della banda di assorbimento tra 1720 e 1600 cm^{-1}, con una spalla a circa 1630-50 cm^{-1}, simile a quella identificata nei polimeri invecchiati artificialmente con soluzioni saline ed irraggiamento foto-ossidativo (figura 5a).

L'assorbimento a circa 1630-50 cm^{-1} può essere attribuito allo stretching ν C=C di doppi legami derivanti dal disproporzionamento e successiva formazione di gruppi terminali insaturi a seguito delle rotture in catena principale indotte dall'invecchiamento foto-degradativo o alla formazione di ioni carbossilati in seguito all'idrolisi dei gruppi esterei in catena laterale del polimero. In entrambi i casi si tratta di processi degradativi che riducono l'idrofobicità del polimero ed espongono la superficie trattata alle infiltrazioni d'acqua ed all'azione degli inquinanti atmosferici.

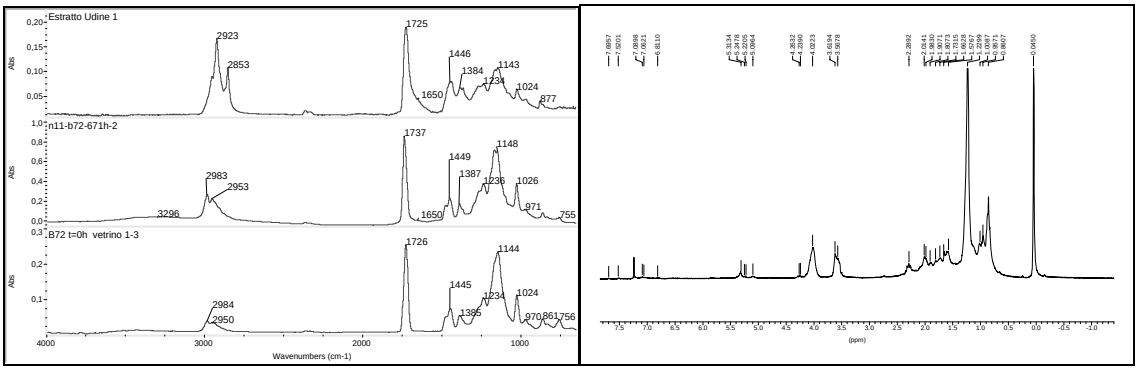


Figura 5. (a) Confronto spettri FT-IR del campione U1 con polimero b72 invecchiato artificialmente (a sinistra); (b) Spettro ^{1}H NMR dello stesso campione estratto (a destra)

Gli spettri ^{1}H (figura 5b) e ^{13}C NMR registrati rivelano la presenza di Paraloid B72 (picchi caratteristici delle spettro ^{1}H : $C\underline{H}_3C$ a 0.88-1.03 ppm, $C\underline{H}_3CH_2$ a 1.24-1.26, $C\underline{H}_2C$ e CH a 1.45-2.44, $C\underline{H}_3O$ a 3.55-3.75, $CH_3C\underline{H}_2O$ a 4.01-4.03). Sono inoltre presenti segnali alifatici (0.86-2.28 ppm per ^{1}H, 22-31 ppm per ^{13}C) attribuiti a composti idrocarburici come cera microcristallina o simili. Sono inoltre evidenti i segnali a 5.31 ppm nello spettro protonico e a 127-131 ppm in quello carbonico, attribuiti alla presenza di gruppi vinilici di neoformazione, dovuti al processo di degrado del polimero.
Le indagini SEM-EDS, condotte dopo la pulitura con acetato di etile, e la mappatura ai raggi X indicano che il polimero acrilico è stato completamente rimosso dalla superficie mentre rimane in alcune fessure più profonde e meno accessibili al solvente. Come già rilevato dalle analisi preliminari alla pulitura, si osserva che il solfato di calcio permane come sale ubiquitariamente presente nei campioni analizzati, sia in superficie che in profondità.
Inoltre nelle fessure più interne di alcuni campioni vi è la presenza concomitante di solfato di calcio e del polimero acrilico; ciò può essere dovuto ad una rimozione parziale dei sali solubili durante la pulitura con sali di ammonio effettuata negli anni Ottanta. Il successivo trattamento con Paraloid B72 ha riempito quindi le fessure più profonde includendo anche i cristalli di gesso di neoformazione.
Le osservazioni svolte con analisi SEM-EDS e mappatura ai raggi X sulle scaglie prelevate dalle tre aree a 6 mesi dall'applicazione dei trattamenti consolidanti indicano che:

- il $Ba(OH)_2$ è penetrato nelle fessurazioni superficiali e solamente in alcuni casi in quelle più interne, raggiungendo la profondità di 2-2.5 mm. In certi punti vi è la presenza concomitante dei solfati di Ca e Ba, probabilmente a causa di una incompleta conversione del gesso in $BaSO_4$, che renderebbe opportuno un ulteriore trattamento (figura 6);

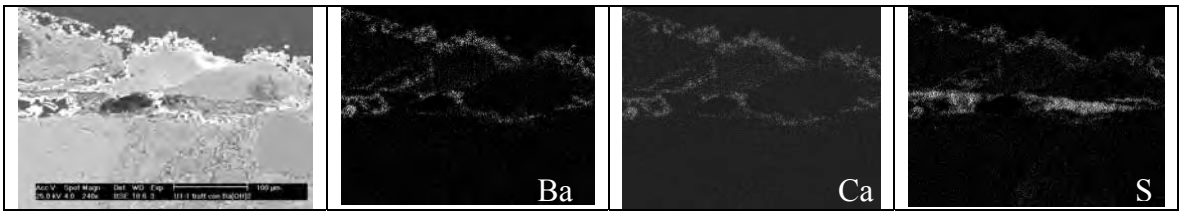


Figura 6. Mappe degli elementi Ba, Ca e S, rispettivamente markers del $Ba(OH)_2$, del substrato carbonatico e del gesso su un frammento di superficie dopo il trattamento con il bario.

- la silice, prodotta dall'idrolisi e condensazione del silicato di etile si concentra quasi esclusivamente in superficie ;
- il trattamento con Paraloid B72 mostra invece una distribuzione omogenea, sia in superficie che in profondità, distribuendosi all'interno delle micro e macrofessure e raggiungendo la massima profondità investigabile, corrispondente allo spessore dei campioni analizzati (3-10mm) (figura 7).

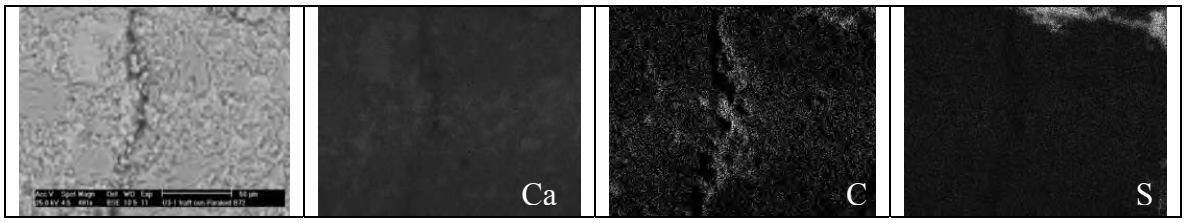


Figura 7. Mappe degli elementi Ca, C, S rispettivamente markers del substrato carbonatico, del polimero applicato e del gesso su un frammento superficiale prelevato dopo il trattamento con Paraloid B72.

L'intervento di restauro

Il preconsolidamento è stato inteso come applicazione puntuale di un impasto fluido al di sotto delle singole scaglie sollevate. Il prodotto doveva essere insolubile nel solvente che si intendeva utilizzare per l'estrazione del Paraloid B72, ma reversibile una volta ultimata l'estrazione per non ostacolare il successivo consolidamento. E' stata sperimentata una resina alifatica risultante dall'idrogenazione degli oligomeri ottenuti da viniltoluene ed alfametilstirene (Regalrez 1126 CTS). La soluzione indicataci al 50% in White Spirit non si è dimostrata sufficiente a produrre una maggior adesione delle scaglie pericolanti, ma aggiungendo ad essa carbonato di calcio micronizzato fino ad ottenere uno stucco morbido, è stato possibile raggiungere risultati soddisfacenti.
L'analisi visiva prima e quella scientifica poi, hanno evidenziato la parziale scomparsa del protettivo, soprattutto sulle zone più esposte al dilavamento e la ripresa della perdita di materiale lapideo. Pertanto ciò che si andava a rimuovere con l'impacco solvente era soprattutto il Paraloid B72 utilizzato per il consolidamento.
Dopo il primo impacco con etile acetato il risultato visivo è stato subito sorprendente, la saturazione data dalla resina acrilica è scomparsa lasciando in vista la colorazione naturale della pietra (più chiara e opaca), ma anche

la sua disgregazione superficiale. Sotto l'apparente compattezza conferita dalla resina è apparsa una materia sgranata, dall'aspetto sabbioso. L'analisi dei tamponi ha evidenziato che alcuni grani della pietra venivano persi insieme alla resina. Dopo il secondo impacco, quindi, le operazioni di estrazione sono state interrotte perché le ripetute applicazioni, necessarie per l'estrazione del Paraloid, avrebbero determinato una perdita inaccettabile di microgranuli di pietra oltre allo stacco di grosse porzioni di modellato, a causa della rimozione delle stuccature a base di Paraloid B72 e polvere di marmo.
Dopo la valutazione delle risultati delle prove con i tre prodotti consolidanti, si è operata la scelta di utilizzare nuovamente il consolidante organico, scelta scaturita dalle osservazioni della distribuzione e dal requisito di compatibilità con il materiale composito che si è dovuto affrontare.
Le fessurazioni ed alcune lacune di minor entità sono state integrate con una malta a base di carbonato di calcio, pigmenti naturali in polvere e calce idraulica naturale, variando la granulometria del carbonato di calcio in base alle dimensioni delle lacune. Gli incollaggi si sono resi necessari a seguito degli impacchi estrattivi con acetato d'etile, che hanno provocato il rigonfiamento dello stucco applicato nell'80 a base di Paraloid B72 e polvere di marmo in corrispondenza di fessure, probabilmente. In questi casi il retro dei frammenti è stato pulito, spalmato di resina epossidica bicomponente e riadeso al substrato. Con lo stesso criterio è stata ricollocata la testa di un personaggio dello stipite sinistro caduta prima del restauro e fortunatamente raccolta.
Per la protezione superficiale, intesa come strato di sacrificio rinnovabile nella manutenzione periodica, si è scelta la cera microcristallina (R21 – Phase) ad alto punto di fusione, applicata a pennello.

Conclusioni

Gli obiettivi della ricerca sull'intervento sul paramento lapideo del portale dell'Incoronazione erano: l'identificazione delle cause del degrado della superficie trattata, la valutazione dell'efficacia delle operazioni di rimozione dei prodotti precedentemente applicati e il controllo di un nuovo trattamento consolidante attraverso l'applicazione di diversi prodotti.
La spettroscopia IR e NMR hanno messo in luce che il prodotto Paraloid B72 applicato nel trattamento di restauro del 1980 ha subito delle trasformazioni chimiche dovute sia ad agenti chimici che fisici: il polimero, sottoposto all'azione delle radiazioni solari, può subire reazioni di scissione di catena e di reticolazione, mentre la presenza di soluzioni saline, presenti come condensa sulla superficie, possono portare a reazioni di idrolisi dei gruppi esterei in catena laterale. La rottura di catena e il crosslinking comportano nel tempo la perdita delle frazioni di polimero a minor peso molecolare e la formazione di un network tridimensionale organico meno flessibile e difficilmente asportabile con le comuni tecniche di pulitura. Inoltre l'idrolisi in alcune posizioni della catena comporta una parziale perdita del carattere idrofobico rispetto al prodotto di partenza, con conseguente perdita del potere protettivo nei confronti dell'acqua di condensa o meteorica.
La presenza di gesso e del polimero acrilico all'interno dei pori e delle fessure di origine secondaria, anche dopo l'accurata pulitura con acetato di etile, fa ritenere che risulti particolarmente difficile la rimozione di entrambi questi prodotti con gli attuali metodi consentiti: infatti l'azione dei solventi organici non permette la completa rimozione di macromolecole fortemente reticolate e non è possibile l'impiego esteso di solventi acquosi per la rimozione del gesso senza compromettere la stabilità del substrato decoeso e la perdita di materiale.
Le analisi realizzate dopo 6 mesi dall'applicazione dei tre prodotti per le prove di consolidamento hanno evidenziato che né il bario solfato e/o carbonato né la silice amorfa sono in grado di formare dei legami con il calcio-magnesio carbonato del substrato e quindi di aumentare la coesione del substrato lapideo. L'inefficacia del trattamento può essere in parte attribuita alla presenza della frazione reticolata del polimero acrilico non rimosso, che limita un'adeguata penetrazione dei prodotti applicati poiché rende parzialmente idrofobiche e quindi incompatibili chimicamente le aree del substrato in cui il polimero è ancora presente.
Di contro, il trattamento con lo stesso polimero acrilico applicato nel primo intervento, mostra una buona distribuzione all'interno del substrato.
La scelta di utilizzare nuovamente un prodotto che ha dimostrato un'azione consolidante e protettiva limitata nel tempo è dovuta alla necessità di applicare sulle superfici un prodotto compatibile con quello attualmente presente e di cui si conoscono i processi di deterioramento piuttosto che introdurre nuovi materiali, le cui prestazioni attuali risultano buone ma i cui effetti nel tempo sono ancora scarsamente noti e dei quali sono ancora sconosciute le possibili trasformazioni quando vengono impiegati in un sistema ibrido complesso come quello del substrato lapideo inorganico-polimero acrilico parzialmente reticolato; è questo sistema ibrido che va sempre tenuto in considerazione nella valutazione della compatibilità e ritrattabilità di un trattamento e che necessita di ulteriori approfonditi studi.

Ringraziamenti
Si ringrazia il Dr. Fabio Fratini, ICVBC di Firenze, per le analisi porosimetriche.
Il lavoro di D. Pinna e S. Porcinai descritto in questo articolo è stato svolto grazie al supporto della Comunità Europea nell'ambito del VI Programma Quadro (Contratto Eu-ARTECH, RII3-CT-2004-506171).

BIBLIOGRAFIA

1. Price C. *Stone Conservation: an overview of current research*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 1996.
2. Amoroso G., Camaiti M. *Scienza dei materiali e restauro. La pietra dalle mani degli artisti a quelle dei chimici macromolecolari*. Firenze: Ed. Alinea 1997
3. Haake S., Favaro M., Simon S. The Bologna Cocktail - *Evaluation of Past Consolidation Treatments*. Proceedings. X International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Stockholm: ICOMOS Sweden. 423-430.
4. Moreau C., Simon S., Haake S. and Favaro M. *How to assess the efficiency of a stone consolidant – The example of the Bologna Cocktail*. 7th EC conference Safeguarded Cultural Heritage - Understanding & Viability for the Enlarged Europe. Prague May 31st - June 3rd, 2006
5. Melo M.J., Bracci S., Camaiti M., Chiantore O., Piacenti F. *Photodegradation of acrylic resins used in the conservation of stone.* Polym Degrad Stab 1999; 66: 23-30.
6. Chiantore O., Trosarelli L., Lazzari M. *Photo-oxidative stability of acrylic and methacrylic polymers*. Polymer 2000; 41: 1657-1668.
7. Chiantore O., Lazzari M. *Photo-oxidative stability of paraloid acrylic protective polymers*. Polymer 2001; 42: 17-27.
8. Favaro M., Mendichi R., Ossola F., Russo U., Simon S., Tomasin P., Vigato P.A. *Evaluation of polymers for conservation treatments of outdoor exposed stone monuments. Part I: photo-oxidative weathering.* Polym Degrad Stab., 2006; 91; 3083-3096.
9. Favaro M., Mendichi R., Ossola F., Simon S., Tomasin P., Vigato P.A. *Evaluation of polymers for conservation treatments of outdoor exposed stone monuments. Part II: Photo-oxidative and salt-induced weathering of acrylic–silicone mixtures*, Polym Degrad. Stab., 2007; 92; 335-351
10. Technological Requirements for Solutions in the Conservation and Protection of Historic Monuments and Archaeological Remains, Final Report for the European Parliament (EP/IV/A/STOA/2000/13/CULT/04), European Parliament, Directorate-General for Research, Directorate A, STOA Programme, 2000.
11. AAVV *La reversibilità nel restauro- Riflessioni, Esperienze, Percorsi di Ricerca*, Atti del Convegno di studi, Bressanone 1-4 luglio 2003, Edizioni Arcadia Ricerche
12. AAVV *Dalla reversibilità alla compatibilità*. Atti del Convegno, Conegliano, 13-14 giugno 2003, Nardini Editore
13. Delgado Rodrigues J., Grossi A., *Indicators and ratings for the compatibility assessment of conservation actions*. Journal of Cultural Heritage 8, 2007, 32-43
14. C. Someda de Marco, *Il duomo di Udine*, Arti Grafiche Friulane Udine 1970, pp. 71-73
15. R. Fabiani, *Udine, Duomo. Portale dell'Incoronazione*, in *La conservazione dei beni storico-artistici dopo il terremoto del Friuli (1976-1981)*, "Relazioni della Soprintendenza per i BAAAA e S del Friuli Venezia Giulia", 3, 1983, pp. 104-107;
16. G. Tigler, *Scultori itineranti o spedizioni di opere? Maestri campionasi veneziani e tedeschi nel Friuli Gotico*, in Artisti in viaggio 1300-1450. Presenze foreste in Friuli Venezia Giulia. A cura di M. P. Frattolin, Atti del convegno , Villa Manin di Passariano (Codroipo, Udine) 15-16 ottobre 2002, Udine Forum 2003, pp. 121-168;
17. S. Greatti, *Il portale dell'Incoronazione nel Duomo di Udine*, tesi di laurea, Università degli Studi di Udine, a.a. 2004-2005, rel prof. A. De Marchi
18. Rapporto tecnico a cura della Soc. Coop. O.C.R.-Roma, Udine 1980

RICERCHE E STUDI APPLICATI AL RIPRISTINO DELLA LEGGIBILITÁ DI UN PARAVENTO CON DECORAZIONI "ALLA CINESE"

Desirée Snider

Via G. Borsi 3, 20143 Milano, cell.**:** +39 3389533724, e- mail**:** restaurodipinti@yahoo.it

Abstract

Questo studio interessa un paravento di proprietà privata a due ante di dimensioni ciascuna : altezza 139 cm x larghezza 61 cm, spessore ½ cm, di lacca d'Oriente nera su cartone, dipinto con scene quotidiane tipicamente cinesi, incorniciate da quel che resta di un paesaggio inciso e cornici dorate.
Il degrado subito è qui principalmente il risultato di un erroneo intervento di restauro che ha bruciato, cancellato e ridipinto gran parte dell'originale, lasciando quel che resta del materiale pittorico a scodelle e molte lacune anche nella lacca. Sono state eseguite esaurienti indagini conoscitive sui materiali originali e non .
Per testare i prodotti adesivi e consolidanti sono stati preparati appositamente dei campioni di riferimento con materiali resi simili all'originale grazie all'invecchiamento artificiale.
Grazie ai risultati di specifici saggi sono state selezionate idonee e minimamente invasive formulazioni pulenti.

Introduzione

Nonostante esistano numerosi trattati sulle tecniche della pittura in lacca praticata nei vari paesi e non manchino esemplari , tuttavia, è molto arduo e spesso impossibile risalire al luogo d'origine di ciascun pezzo ed a volte anche il datarlo con esattezza. L'olandese Van Linschoten nel 1598 notò che gli oggetti di lacca migliori provenivano dalla Cina. L'importazione in Europa quantitativamente più rilevante dal 1600 al 1700 sembra sia stata quella di armadietti e paraventi di lacca, sia dipinta che intarsiata, provenienti più spesso dalla Cina che dal Giappone. Dopo l'apertura del Giappone all'Occidente, nel 1858, le lacche giapponesi, di una qualità sino ad allora molto rara in Europa, incominciarono ad arrivare in grande quantità. Dato l'alto costo degli oggetti in lacca Orientale ben presto inizialmente in Francia, Italia ed Inghilterra e poi nel resto d'Europa s'iniziò ad imitarla. Durante il Settecento i mobili e le suppellettili di lacca furono spediti da un Paese all'altro e vennero in tal modo diffusi in tutto il continente. Sino a poco tempo fa si riteneva che i più begli esemplari di lacche italiane fossero stati prodotti a Venezia, ma non è affatto sicuro che molti dei pezzi esposti alla famosa mostra delle lacche veneziane del 1938 siano effettivamente di origine veneziana, non si è neppure certi che siano stati fabbricati in Italia. Tuttavia la tecnica veneziana della lavorazione della lacca differisce sostanzialmente da quella cinese. Poiché l'Olanda era il Paese che più d'ogni altro commerciava in lacca orientale le sue imitazioni sono le più simili all'originale e gli esperti spesso incontrano serie difficoltà nel determinare se i singoli pezzi siano d'origine olandese od orientale. Mentre comunemente la parola lacca in Europa si riferisce ad una vasta gamma di vernici resinose, i puristi, non a torto, preferiscono usare la parola lacca limitatamente alle due sostanze orientali : quella chiamata dai cinesi Ch'i (Da Qui) e dai giapponesi Urushi, prodotta con la linfa dell'albero Rhus vernicifera, indigeno dell'estremo Oriente. Lo stile decorativo,si nota ad esempio la stretta connessione tra calligrafia e pittura, e la tecnica esecutiva di questo paravento conducono alla conclusione che siamo in presenza di un antico manufatto cinese, eseguito durante la dinastia Qing (1644-1911) presumibilmente nel Settecento.

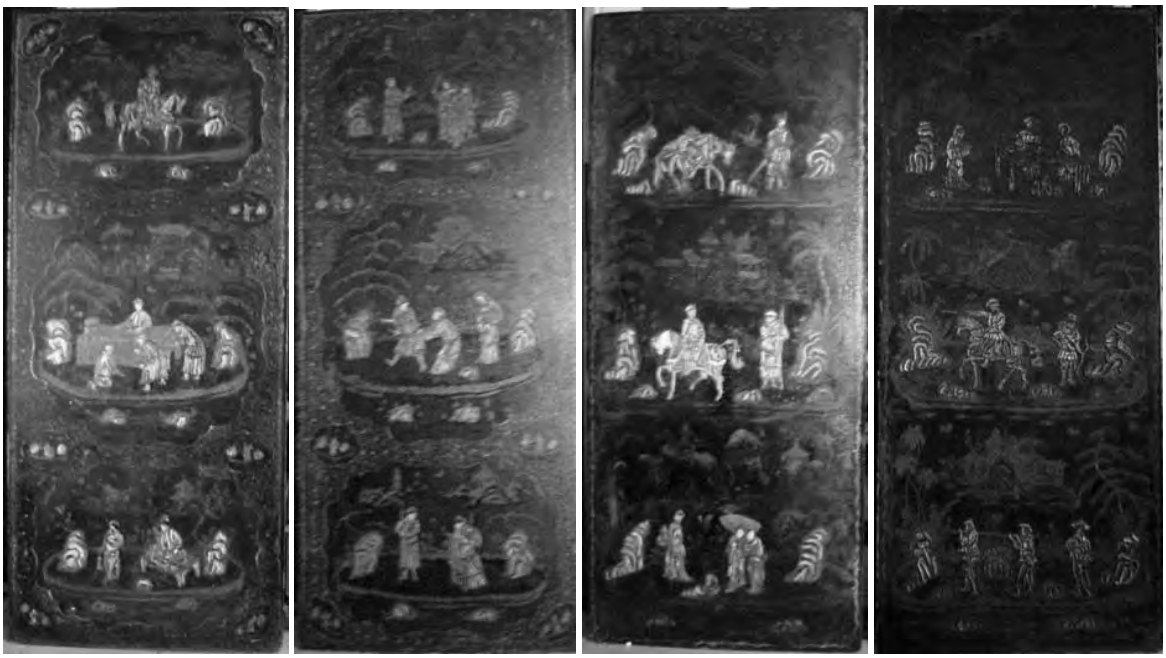
Analisi preliminari

Da una prima osservazione ravvicinata dell'opera sia nel visibile che all'ultravioletto,ed anche parlando coi proprietari è stato chiarito che:

- gran parte dell'originale era stato ricoperto da ridipinture di colore : verde, oro, bronzo, rame.
- Tutte le pitture, ridipinte e non, si erano imbarcate.
- Il materiale nero che ricopriva il supporto in cartone presentava delle evidenti lacune.
- Il maggiore degrado era stato causato dalla incauta "pulitura" ad opera di un restauratore decisamente troppo precipitoso nel suo operato.
- Il manufatto presentava anche i segni inconfondibili acquisiti col passare del tempo e per l'uso in verticale, probabilmente senza una corretta struttura di sostegno, peraltro non pervenuta.

Ho quindi eseguito delle indagini microchimiche, tenendo sempre presente che:

- ogni rapporto di prova è riferito solo al campione sottoposto all'indagine,
- essendo la quantità di campione indagata veramente dell'ordine dei mg la sostanza cercata potrebbe sì essere presente, ma in quantità non rilevabile.



1) L 1 **2**) L 2 **3**) L 3 **4**) L 4

Figure 1, 2, 3 e 4 I quattro lati del paravento rispettivamente : durante, dopo, durante e prima del restauro.

I microscopici prelievi eseguiti per compiere le analisi sono sempre stati effettuati con la lama di un bisturi (N°15) ed hanno interessato soprattutto zone di bordo già degradate pur se rappresentative di quanto di volta in volta cercato. [0]

Tabella 1 : indagini effettuate sul supporto

Prelievo [1]	X,Y (cm) [2]	misura	reagente o metodo utilizzato	risultato
L1, C1	0,27	lignina	floroglucina	negativo
L3, C2	0,10	lignina	floroglucina	negativo
L3, C3	34,139	lignina	floroglucina	negativo
L1, C4	0,139	ph	misura colorimetrica a freddo [3],	6.0
L3, C5	61,139	ph	,,	6.5
L1, C6	0,60	amido	iodio/ioduro di potassio	positivo
L3, C7	0,139	amido	iodio/ioduro di potassio	positivo
L3, C8	0,61	fibre	iodio/ioduro di potassio [4]	non identificabili

Tabella 2 : indagini sulla lacca nera

Prelievo	X,Y (cm) [2]	misura	reagente, solvente o metodo utilizzato	risultato
L1, C9	0,61	resina	estratto dalla [5] radice di alcanna	non risulta la presenza di alcuna resina anticamente utilizzata in Europa: dammar, coppale, mastice, sandracca, ambra, gommalacca, gommagutta, ..
L3, C10	27,139	resina	,,	,,
L2, C11	0,60	resina	toluolo	non risultano: dammar, elemi, né cera giapponese
L2, C12	0,30	resina	xilolo	,,
L2, C13	0,139	resina	trementina distillata	,,cera, colofonia, coppale, trementina veneta.

L2, C14	30,139	resina	metanolo	non risulta essere gomma lacca, colofonia, mastice,…
L4, C15	0,47	resina	acetone	non è sandracca, né colofonia.
L4, C16	61,139		etere dietilico	test negativo alla presenza di gomma lacca, dammar, mastice, colofonia, trementina veneta, elemi, balsamo di copaiva, gomma arabica, cera d'api.
L4, C17	45,139	resina	cellosolve	test di solubilità negativo alla presenza di mastice, sandracca, gomma lacca.
L1, C18	38,139	olio	saponificazione alcalina	positivo.
L3, C19	0,45	olio	,, [6]	positivo.
L4, C20	0,20	olio	,,	negativo.

Tabella 3 : alcune delle indagini sul materiale pittorico

Prelievo [7]	X,Y (cm) [2]	misura	reagente o metodo utilizzato	risultato
L2, C21 [7]	23.2,51	resina	estratto dalla [5] radice di alcanna	non caratterizzante per alcuna resina usata in Europa anticamente
,,	,,	cera	fuchsin 1% in H_2Od	negativo per le cere, ma dall'alto punto di fusione caratteristico per la resina
L2, C22 [7]	21.2,122	amido	soluzione di iodio/ ioduro di potassio	positivo
,,	,,	proteine	ponceau - S	leggermente positivo, sicuramente per la presenza d'amido
,,	,,	olio	rodamina B extra	negativo
L3, C23	18.5,66	Pb oppure Cu	cristallochimica	negativo
[8],,	,,	Zn	cristallochimica	negativo
,,	,,	indaco	acido nitrico	negativo
L4, C24 [8]	0,15	terra d'ombra	HCl,lampada IR, H_2SO_4 nitrato d'argento, persolfato ammonico	negativo
,,	,,	nero di vite	misura del ph	positivo
L4, C25	27,139	nero d'avorio	misura del ph	negativo
[8],,	,,	asfalto	toluolo	negativo
,,	,,	**C**	osservato al microscopio	positivo

L'analisi del materiale utilizzato per le ridipinture, che è stata condotta dal Professore Franz Mairinger c/o l'Akademie der Bildenden Künste a Vienna, ha stabilito che esse erano state eseguite utilizzando delle vernici sintetiche di quelle che comunemente si trovano in commercio del tipo per auto e/o per dorature acriliche !

Tenendo conto anche dei risultati ottenuti dalle indagini posso ora meglio definire la stratigrafia :

1. supporto in cartone (spessore 3 mm);
2. vera lacca d'Oriente nera stesa in più strati sul supporto (spessore +/- di 1 mm a seconda dei punti);
3. incisioni in parte dorate ed in parte riempite di lacca colorata;
4. una pittura e/o una doratura su di uno strato preparatorio (spessore complessivo di oltre 1 mm);
5. finissime sottili e luminose velature sulla pittura (che purtroppo nella raffigurazione delle rocce presentano anche prodotti di corrosione per l' uso di verde-rame utilizzato vuoi dall'artista, vuoi da un'ulteriore precedente intervento di restauro del quale si è persa ogni notizia);
6. deturpanti ridipinture a base di lacche sintetiche moderne (ca. il 60% del totale) a coprire non solo l'originale, ma anche spesso l'avvenuta cancellazione dello stesso;
7. resti di cotone intimamente miscelatosi col materiale originale e pezzi di materiale pittorico originale fuori posto, derivanti dall'ultimo inammissibile intervento di "restauro".

Preparazione dei campioni sui quali eseguire i saggi di adesione e consolidamento

Com'è noto la stabilità delle lacche e delle pitture a lacca dipende da tanti fattori ambientali oltre allo scorrere del tempo, quali ad esempio la temperatura, le radiazioni ultraviolette,…
La lacca cinese è una delle più durevoli ed impermeabili che sia mai stata creata dall'uomo.
La complessità dell'esecuzione di un buon processo di laccatura può richiedere anche svariati anni di lavoro.
Ho cercato di creare dei campioni soddisfacenti, ma senza seguire alla lettera la tradizione antica dato lo scopo e la, per me, scarsa reperibilità di alcuni materiali quale il sangue di maiale, che tra l'altro avendo utilizzato come supporto così com'è per l'originale, del cartone spesso 3 mm , non avrebbe senso usare assieme alla polvere di mattoni quale turapori. Così come ho omesso i successivi strati di carta ed altro "turapori" e quello di olio cinese Tung, dall'albero Aleurites fordii, che qui mi sembra inutile ed impiegherebbe troppo tempo ad asciugare.
Semplicemente ho steso l'una sull'altra due mani di lacca nera (per l'aggiunta di nero fumo) levigandole quando asciutte, quindi ho lucidato lo strato superficiale con olio vegetale (di noci), poi ho steso sulla superficie della lacca grezza con l'ausilio di una pennellessa. Gli ultimi due procedimenti sono stati ripetuti per due volte.
La lacca qui utilizzata è quella in uso dal 1950 ca. denominata Guo Qui, che non possiede l'alta qualità della lacca in uso c/o gli artisti cinesi, ma ha il pregio di indurire senza l'altrimenti necessaria, e non in mio possesso, camera ad umidità controllabile, inoltre impiega molto meno tempo ad asciugare.
Ho tagliato con una sega elettrica da tavolo [9] dal cartone da me laccato 4 piccole tavole campione di dimensioni 10 x 15 cm così da poterle agevolmente invecchiare [10].

Saggi di adesione e consolidamento

Come viene richiesto anche con le recenti linee guida per la redazione dei capitolato speciali d'appalto per il restauro dei dipinti murali, su tavola e su tela, anche per questa tipologia d'oggetto non dubito vada esteso il concetto che : l'adesività debba essere proporzionata al ristabilimento della solidità da conferire agli strati, ma senza causare tensionamenti eccessivi. Considero inoltre assoluto il rispetto di reversibilità e riconoscibilità nella scelta dei materiali per un corretto intervento di restauro. Quindi l'uso della lacca orientale in questo ambito, dato che è irreversibile, pur se comune nella pratica cinese conservativa, è per me da escludersi. Per gli stessi motivi oltre che per la comprovata scarsa adesività in questo caso non ho considerato le pure colle animali.

Mentre aspettavo il tempo necessario affinché le tavolette – campione di lacca invecchiassero, ho preparato dei campioni di materiale pittorico costituiti da : prima una preparazione a gesso e colla d'amido contenente una goccia d'olio , che sembra sia presente nel manufatto originale, quindi uno strato pittorico utilizzando quale legante colla d'amido e quale pigmento ocra gialla naturale.

Tabella 4 : alcune prove significative di adesione di pezzi di campione pittorico alla tavola campione laccata, poi sottoposti all' invecchiamento artificiale per valutarne la tenuta ed il comportamento nel tempo

adesivo	osservazioni
Klucel G in soluzione alcolica al 5%	decisamente troppo debole
polivinilacetato	ottima l'adesività iniziale, ma non dura col tempo inoltre ingiallisce e rilascia acido acetico che comprometterebbe il ph del supporto in cartone del paravento
Lascaux – Acrylkleber 498 HV (è più facilmente lavorabile del BEVA)	questo adesivo crea un film forte, ma elastico ed è reversibile, sarebbe ottimale non fosse che va qui usato ad una temperatura di minimo 65-70 °C e ritengo che per quest'opera non sia il caso
miscela di cera – resina [11]	dato che l'oggetto non verrà poi certo esposto sotto a spot luminosi non temo lo scioglimento della cera, ma le limitazioni imposte da questo materiale in caso di un successivo intervento conservativo

Tabella 5 : alcune prove di consolidamento effettuate su di una tavola campione laccata [12]

consolidante	osservazioni
Paraloid B-72	oltre ad asciugare troppo velocemente, penetra troppo poco, inoltre è dopo 30 anni è reversibile solo in alcuni solventi deleteri per la pittura.
Akeogard AT40	ottimo per questo tipo di materiale ed indicata è anche la sua metodologia applicativa (umidificazione, 40°C)

Dopo aver testato diverse miscele tra di loro simili, provenienti dall'esperienza nel mondo del restauro pittorico ho scelto di adottare la seguente formulazione, utilizzata solo puntualmente ove strettamente necessario, che presenta caratteristiche di penetrabilità, adesività, compatibilità col materiale originale e reversibilità ottimali per questo caso:
10 ml di una soluzione al 5% di MC400 (affinché l'adesivo non penetri troppo)+ 10 ml di una soluzione al 7% di colla di pelle + una goccia di fiele di bue (quale tensioattivo)+ una goccia di olio di garofano (battericida).
L'operazione è stata effettuata con l'ausilio di una mini-spatola termostatata od una lampada IR, sempre con interposto un foglio di melinex, a seconda dell'estensione della zona interessata.

Pulitura

I saggi di pulitura sono stati condotti osservando le seguenti tre fasi **:**

I. apposta sulla superficie da pulire tramite un capillare una goccia del solvente, con l'ausilio del microscopio (40x), viene annotata l'eventuale comparsa di un alone più o meno visibile in quel punto.
II. Con un sottile ago controllo se ed eventualmente di quanto la zona trattata si sia ammorbidita.
III. Infine con un bastoncino di legno ricoperto di cotone verifico l' effetto solvente della miscela utilizzata ed annoto l'eventuale colorazione residua.

Riporto alcune delle miscele testate poi utilizzate:

date le estese spelature e lacune di lacca che lasciano il supporto a "vista" sarebbe rischioso l'uso di un gel contenente il Carbopol come si usa nelle tipiche famose formulazioni secondo Wolbers, quindi per una prima eliminazione della più recente resina apposta al manufatto ho utilizzato un gel composto da 100ml di isopropanolo addensato con 3 g di Klucel G, poi pulito con isopropanolo puro, questo ha permesso una pulitura uniforme di una vasta zona ridipinta, senza danneggiare ulteriormente la pittura originale sottostante.
Un'altra formulazione impiegata per gli stessi motivi di cui sopra è stata quella preparata con : 10 ml di etanolo + 5 ml di acqua distillata + 2,5 g di Klucel G. I tempi di applicazione variano da 30 s a pochi minuti.
Per eliminare qualche piccola macchia lasciata dal Klucel ho usato una miscela di isopropanolo ed acqua distillata 4 : 1.
Sempre non potendo in questo caso di materiale ormai ipersensibilizzato ed eroso utilizzare una delle ben note formulazioni gel per eliminare le zone ricoperte dalla vernice con polvere di bronzo ho applicato un'emulsione ottenuta per il mescolamento di : 50 ml di xilolo + 30 ml di acqua distillata + 20 ml di tensioattivo + 1 ml TEA.

Riempimento delle lacune

Per quelle veramente piccole ed in prossimità della pittura ho usato una soluzione di Tylose MH1000 al 5% + gesso di meudon e pigmenti (nero e marrone), che è ben diversa dall'originale, quindi facilmente riconoscibile ad un occhio esperto e reversibile senza danno.
Solamente in quattro punti cruciali tutti situati sul lato denominato L 3 ho ritenuto opportuno di dover intervenire con una stuccatura a livello su di una minima parte delle figure centrali, ma significativa per una piacevole fruizione dell'opera. Questa stuccatura è stata eseguita con del bianco acrilico, che avevo, assieme a stucchi più "tradizionali", tutti crepatisi, già testato su una delle tavolette campione laccata e poi invecchiata, e che si era rivelato adatto allo scopo.
Sempre sul pannello L 3 si trova, in basso ed alla sinistra delle due dame sotto all'ombrello, la più estesa zona privata della laccatura originale. Non potendola, per i motivi prima elencati, reintegrare con altra d'identica provenienza, sto qui ancora testando alcune antiche ricette, in uso dal '700 , quindi il cui comportamento nel corso dei secoli è stato ampiamente documentato e che per questo tipo di oggetti è ottimale [13].

Intervento di reintegrazione pittorica

Nel rispetto dell'istanza estetica dell'opera è stato effettuato in modo tale da essere facilmente riconoscibile ed avere un'estensione minima sufficiente a valorizzare la leggibilità dell'opera,senza modificarne il carattere di autenticità. La reintegrazione pittorica è stata eseguita ad acquarello in maniera mimetica, per la sua verniciatura è stata utilizzata una resina MS2A contenente anche il tinuvin nella sua composizione **[**14**]**.

NOTE

[0] La dicitura **L** seguita dal numero indica a quale lato del paravento mi sto riferendo, **C** vuole essere l'abbreviazione di "campione" ed il numero a seguire indica il prelievo in ordine di esecuzione.
[1] Ogni campione analizzato proveniente dal supporto in cartone è stato preventivamente preparato secondo DIN 53111, vedi ( ), pagina 19.
[2] Vengono qui riportate le coordinate di ciascun prelievo effettuato considerando quale origine degli assi X ed Y o punto di 0,0 cm il punto inferiore in basso a sinistra di ciascun lato di volta in volta considerato :

↑ direzione dell'asse delle Y ⟶ direzione dell'asse delle X.

[3] Secondo il metodo utilizzato dal Bundesanstalt für chemische und Mechanische Materialprüfung usato in Berlin, Dahlem, riportato in (7).
[4] Utilizzata in questo caso non la soluzione I/KI comunemente utilizzata per questo tipo di test, bensì quella riportata in (7), pag 17 : 2,0 g KI .+ 1.15 g I + 20 ml H2Od, poi + 2 ml di glicerina (vanno usati materiali farmaceuticamente puri).
[5] La preparazione dell'estratto dalla radice di alcanna prima ed il suo utilizzo poi sono stati eseguiti seguendo le precise istruzioni riportate in (8).
[6] Per effettuare la saponificazione alcalina degli oli essiccativi è stata utilizzata una soluzione di ammoniaca concentrata ed acqua ossigenata diluita a 30 vol, com'è riportato in (6).
[7] In questo caso i prelievi sono stati inglobati in resina (polyester- Giessharz GTS della VOSSCHEMIE : 15 g di resina + 0.3 d'indurente) poi lavorata sino a dare la cross – section utile ai fini analitici.
[8] Qui ho usato per effettuare più diversi riconoscimenti piccole parti di uno stesso prelievo, confrontando anche ogni test con l'analisi di un campione contenente in minima quantità il pigmento cercato.
[9] Proxxon, modello KS 230.
[10] Le tavolette campione laccate sono state sottoposte a 5 cicli d'invecchiamento sottoponendole alle radiazioni UV, IR e a cicli di umidità relativa variabile tra il 50 ed il 99 %, col medesimo procedimento adottato in (9).
[11] Testate : la miscela composta da 20 g di cera d'api + 10 g di dammara + 15 g di paraffina + 5 g di resina elemi (ricetta della Freer Gallery of Art secondo Bradley, del 1950) ed anche la miscela già pronta della Lefranc et Bourgeois, comunemente usata anticamente per le foderature dei dipinti in certi casi.
[12] In questo caso le tavolette campione laccate sono state un pò bruciacchiate sotto alla lampada IR per meglio simulare le condizioni del manufatto originale..
[13] Sto testando alcune ricette di "schellack" riportate in (14).
[14] Kremer , http://www.kremer.com

BIBLIOGRAFIA

1. Bonanni P. F., *"Trattato sopra la vernice detta comunemente cinese"*, Roma, 1720.
2. Lorenzetti G., *"Lacche veneziane del Settecento"*, Venezia, 1938.
3. Huth H., *"Venezia e l'Europa"*, in "*Atti del XVIII congresso di storia dell'arte* ", Venezia, 1958, pagine 374 - 375
4. Willetts W., *"Chinese Art"*, Harmondsworth, 1958, pagine 174 – 292
5. LI Ch'iao – p' ing , *" Lacquer and lacquering"*, in "*The Chemical Arts of Old China* ", ristampa della pubblicazione edita dal "*The Journal of Chemical Education* ", nel 1948, Easton, Pennsylvania, 1979, pagine 104 - 112
6. Schramm H. P., Hering B., *"Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung"*, Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, Akademische Druck- und Verlaganstalt, Graz, 1988.
7. Lindner C., *"Chemische und mikroskopische Untersuchungen von Papierproben"*, lavoro di tesi, mai pubblicato, Wien, 1998.
8. Jütte W., *" Mikrochemischer Nachweis natürlicher Harze mit Alkannafarbstoff in Querschliffen von Malschichtproben "*, in "*Wiener Berichte*", Bd. 6/7/8, 1989/90/91, pagine 63 – 67.
9. Snider D., *"Identificazione mediante spettroscopia micro – Raman di pigmenti in stesure pittoriche con differenti leganti a tempera"*, lavoro di tesi, mai pubblicato, Milano, 2006, pagina 76.
10. Istituto Centrale per il Restauro Opificio delle Pietre Dure, *"Restauro dei dipinti murali, su tavola e tela"*, Linee Guida per la redazione dei Capitolati Speciali d'Appalto, DEI tipografia del GENIO CIVILE, Roma, 2007.
11. Borgioli L., Cremonesi P., *"Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome"*, Collana i Talenti, il Prato, Arti Grafiche di Saonara (Pd), 2005
12. Cremonesi P., *"Parola d'ordine : Ligroina"*, in "*Progetto Restauro*", il Prato, Padova, 2002..
13. Wolbers R., *"Methods of cleaning Painted Surfaces"*, Archetype Publications, London, 2000.
14. Dossie R., "The Handmaid to the Arts", London, 1758.

DOMUS AUREA: OSSERVAZIONE DELLE SUPERFICI PER IL CONTROLLO DEL MICROCLIMA E MISURA DELLE VARIAZIONI

Cinzia Conti[*]. Maria Laura Santarelli[**]

[*] Soprintendenza Archeologica di Roma, Museo Nazionale di Palazzo Altemps, Piazza Sant'Apollinare 8, 00187 Roma cinzia.conti@archeorm.arti.beniculturali.it

[**]CISTeC Centro di Ricerca in Scienza e Tecnica per la Conservazione del Patrimonio Storico-Architettonico, Università di Roma La Sapienza, via Eudossiana 18, 00184 Roma marialaura.santarelli@uniroma1.it

Abstract

The *Domus Aurea*, commissionata da Nerone tra il 64 e il 68 A.D., fu indubbiamente la più estesa residenza imperiale di Roma; infatti, si estendeva dal Colle Palatino fino all'Esquilino e includeva padiglioni, boschetti con animali, piccoli templi, portici e laghi artificiali. Solo una parte di questo complesso è rimasto e si trova al di sotto del Colle Oppio. Le dimensioni di questa struttura, ormai da considerarsi completamente ipogea, è circa 250 × 60 m con altezza delle volte variabile tra 10-11 m. Al suo interno, ancora è presente una grande quantità di pareti riccamente decorate e ancora intatte, di considerevole qualità pittorica (alcune attribuite a Fabullus).

Introduzione

La condizione ipogea della *Domus Aurea* necessita di una cura speciale del microclima. Infatti i valori di temperatura e umidità variano al variare delle stagioni e sono influenzati dalle condizioni dell'edificio nel suo insieme, che è attualmente all'interno di un colle (Fig. 1), cioè al di sotto di un giardino, il parco del Colle Oppio (Fig. 2). E' una struttura non più integra perché ha perduto gran parte delle volte e delle sommità delle pareti nella zona occidentale e i contatti con l'ambiente esterno sono largamente diffusi (Fig. 3).



Figura 1. Area del Colle Oppio

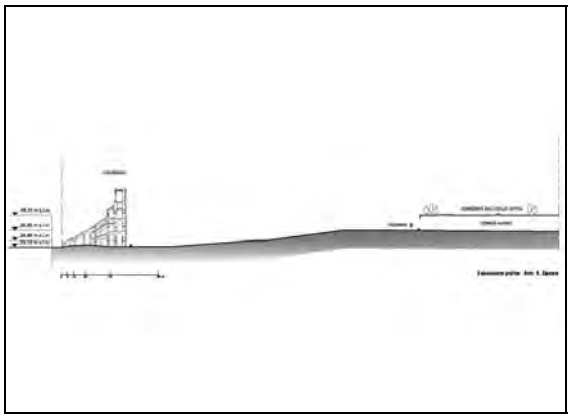


Figura 2. Livello dell'ipogeo rispetto al Colosseo



Figura 3. Esempio di volte crollate in Domus Aurea

Microclima della Domus Aurea

I rilevamenti microclimatici dei parametri umidità relativa, temperatura ambiente e di contatto, flussi di aria, condotti per due anni dal CISTeC (1-3), hanno rivelato che il microclima della Domus è fortemente influenzato da quello esterno. Particolarmente difficili sono i periodi di passaggio stagionali, per es. dall'inverno alla primavera, quando i valori di umidità salgono dal 60-70% fino all'85-90% e la temperatura aumenta da 6-7°C fino a 24-25°C. Un esempio della variazione microambientale all'interno della Domus Aurea viene riportato nella figura 4, ove è possibile vedere come l'umidità relativa interna alla Sala della Volta Dorata varia a confronto dei cambiamenti esterni del clima. Nel grafico è visibile anche la maggior stabilizzazione (minima variazione) dell'umidità della Sala durante il periodo estivo, rispetto al periodo invernale (Fig. 5).

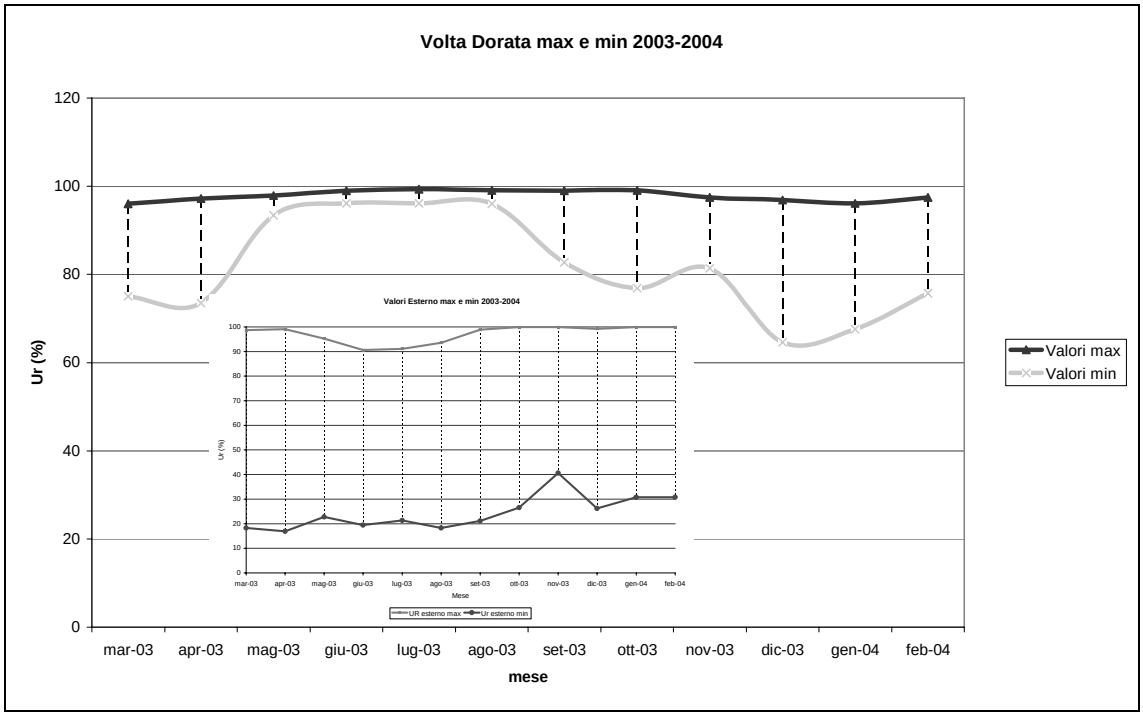


Figura 4. Esempio di andamento microclimatico all'interno della Domus Aurea in un anno

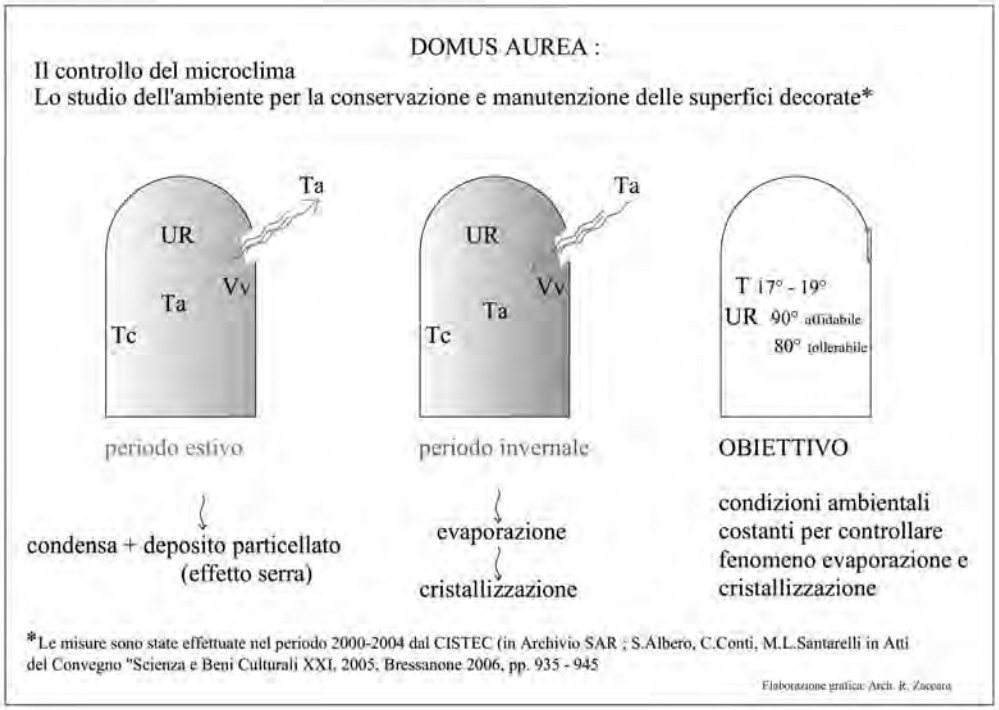


Figura 5. Controllo microclimatico nella Domus Aurea

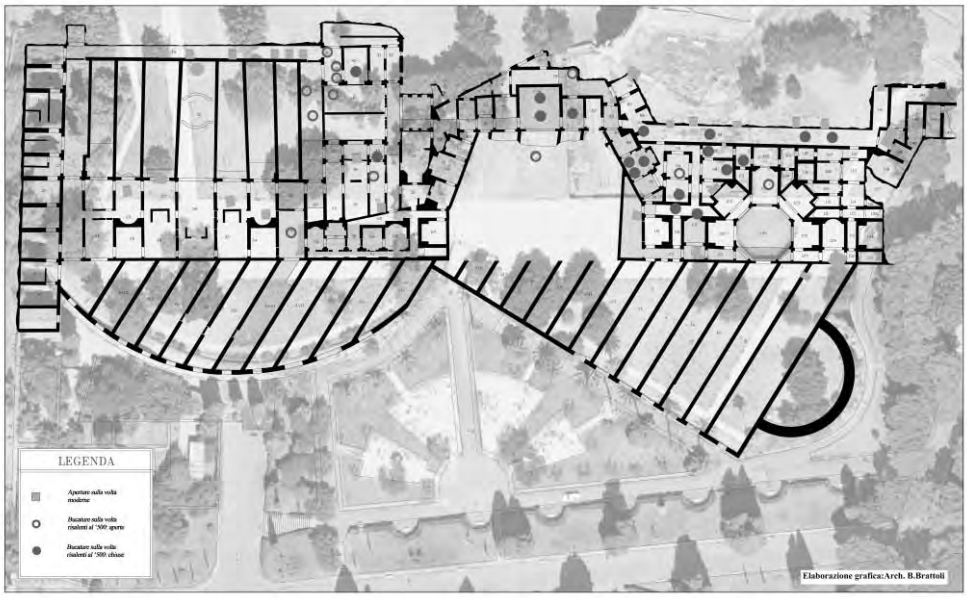


Figura 6. Mappatura delle zone e aperture della Domus Aurea in contatto con l'esterno

Esistono poi i flussi d'aria, vere e proprie correnti, che si liberano dalle porte di accesso principale, dalle finestre (lucernari e bocche di lupo), ma anche dai fori e dalle cavità aperte dal XVI secolo in poi (Fig. 6): in alcuni ambienti sono stati misurati fino a 18 cm/sec di velocità, su una sezione di 11 metri di altezza della Domus (elevato volume d'aria). Nella estremità occidentale alcune volte sono in parte perdute e le pareti sono a cielo aperto, consumate per dilavamento, erosione eolica, piante infestanti. Questa parte dell'edificio è separata dalla zona aperta al pubblico da una porta di metallo, posizionata intorno agli anni 60, che sbarra efficacemente — quando è chiusa — le forti correnti d'aria (Fig. 7). Questa porta viene aperta per il passaggio degli operai addetti alla manutenzione e tutto ciò provoca un passaggio d'aria che si immette verso l'ala orientale fino al Ninfeo di Polifemo.

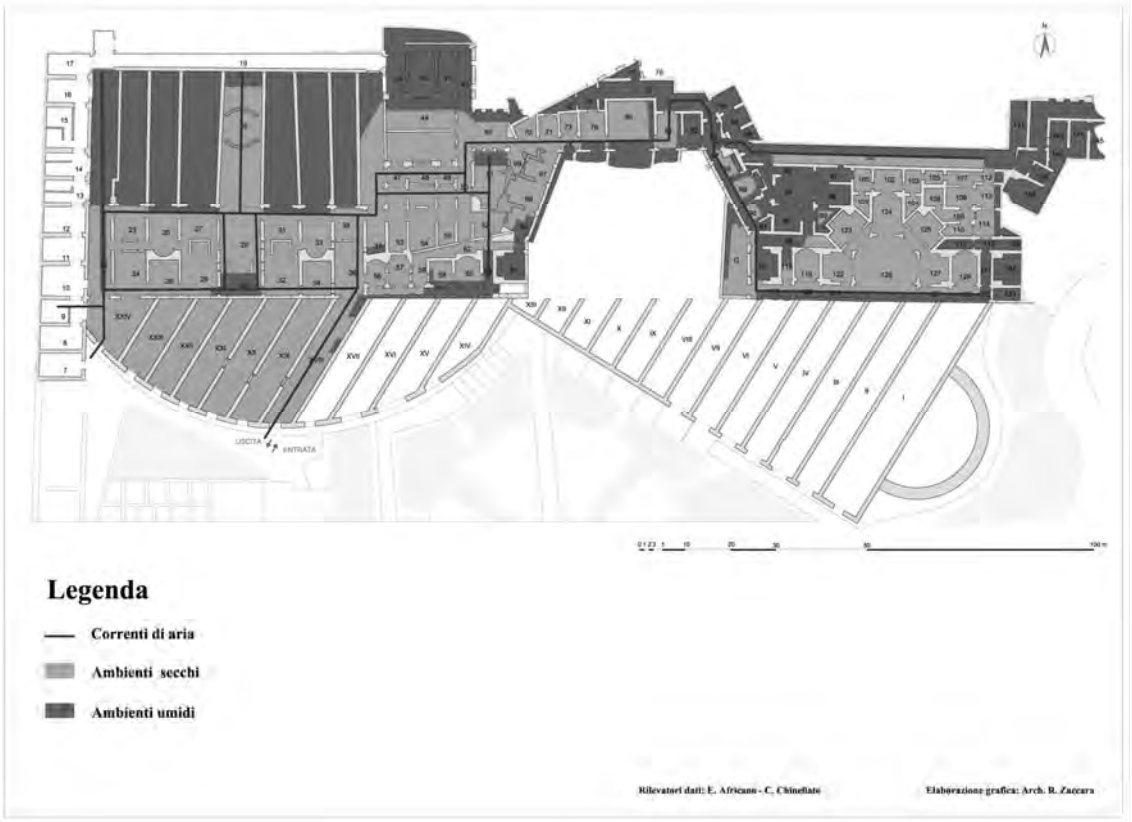


Figura 7. Individuazione degli ambienti umidi e secchi

I movimenti di acqua sono visibili in modo evidente fra l'estate e l'inverno, quando le superfici dipinte, rese biancastre dai depositi salini, rivelano lentamente diafane coloriture con l'arrivo dell'umidità invernale (Fig. 8).



Figura 8. Coloriture nascoste da depositi salini durante le fasi stagionali

Il microclima è attualmente misurato. E' previsto l'incremento nelle aree di rilevamento della Volta Dorata e del Criptoportico, in considerazione della nuova apertura da febbraio 2007 della sala della Volta Dorata con pubblico sul ponteggio e del prossimo restauro nel Criptoportico.

Simulazioni Termofluidodinamiche

Sulla base dei risultati dei rilevamenti ambientali sono stati sviluppati studi con simulatori termofluido dinamici. Questi simulatori permettono, attraverso l'elaborazione matematica del moto dei fluidi, la valutazione degli scambi di calore, dei movimenti di massa, ecc.. In questo modo è possibile valutare l'andamento della temperatura e dell'umidità, nonché dei flussi d'aria in un volume tridimensionale. Utilizzando i parametri rilevati come condizioni iniziali, la modellazione ci ha permesso di valutare, ad esempio, nella sala della Volta Dorata, l'influenza di una grande apertura su una delle pareti della sala (Fig. 9).

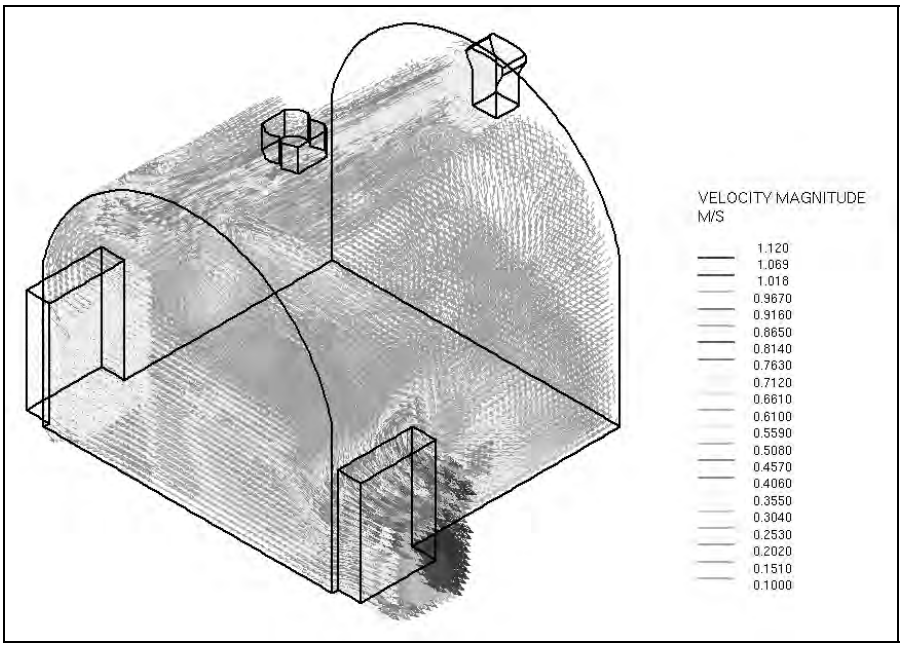


Figura 9. Simulazione dell'influenza di una apertura nella parete della Sala della Volta Dorata

In questo modo è stato possibile dare indicazioni dirette per un intervento di conservazione sottolineando la necessità di chiudere quell'apertura per mantenere stabile il microclima.
Nella Sala Ottagona è stata individuata l'influenza dell'irraggiamento diretto sulle pareti della volta con lo scopo di individuare possibili cause di degrado delle superfici. La Sala Ottagona, anche se non presenta dipinti è da considerare una struttura unica, dove sulla sua superficie in calcestruzzo romano sono ancora visibili i segni delle fasi e della tecnica di costruzione. La conservazione di essa è di assoluto valore storico. Gli studi (Fig. 10) hanno individuato che la fase di irraggiamento diurno, che passa attraverso l'apertura centrale della volta, produce un surriscaldamento della volta circostante. Si è dunque ipotizzata la necessità di controllare e limitare la penetrazione di raggi infrarossi attraverso sistemi di filtraggio.

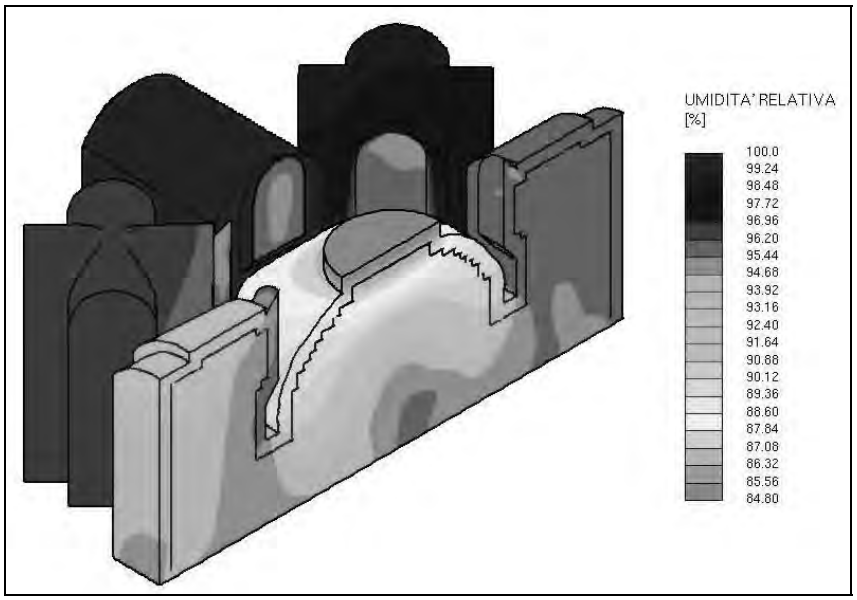


Figura 10. Simulazione dell'influenza dell'irraggiamento sull'umidità della Sala Ottagona

Con questo tipo di studio è stata studiata l'influenza del pubblico sul microclima. Attraverso le simulazioni è stato possibile valutare le emissioni di calore provenienti da un gruppo di turisti vestiti estivi (massima condizione di evaporazione). Si è stabilito, con calcoli di emissione di vapore attraverso la pelle, bocca e naso, che un gruppo di 20 persone emette una quantità di calore di circa 97 W/m^2, di cui 8,7 W/m^2 per respirazione. Se il gruppo si viene a trovare al centro della sala della Volta Dorata (Fig. 11), il microclima non viene influenzato nei 10 minuti di stazionamento previsto, mentre se il pubblico si avvicina alle parete tende ad influenza le variazioni del microclima (Fig. 12). Se il gruppo è disperso l'emissione è più bassa (Fig. 13).

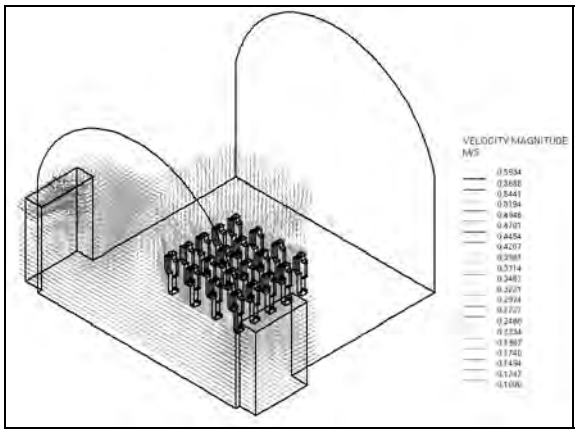


Figura 11. Simulazione dell'influenza di un gruppo (20 persone) al centro della Sala

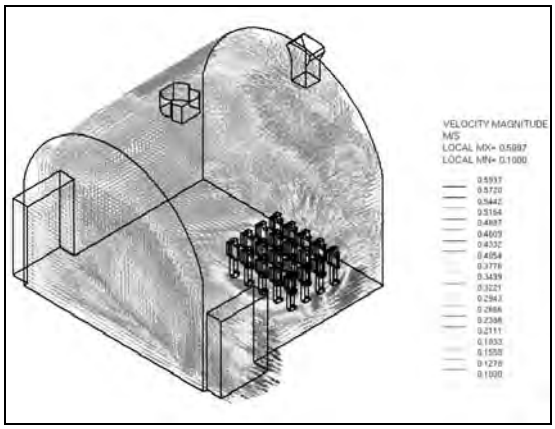


Figura 12. Simulazione dell'influenza di un gruppo (20 persone) vicino alle pareti della Sala

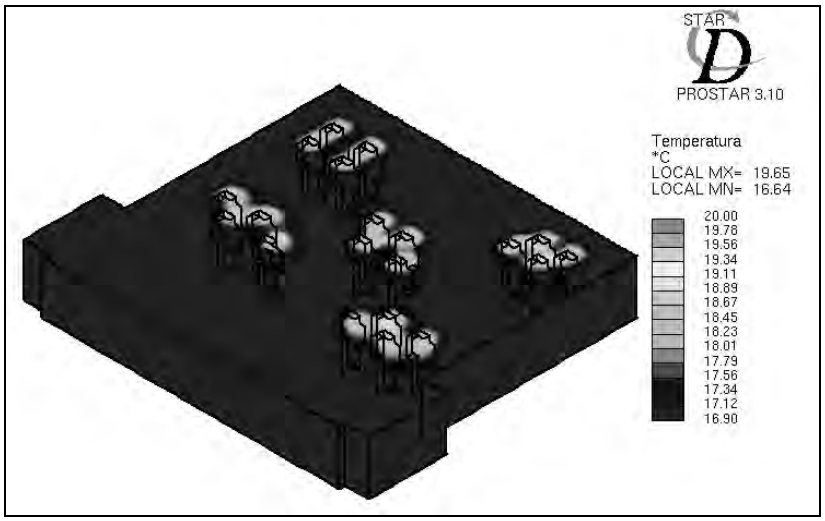


Figura 13. Simulazione dell'influenza di un gruppo (20 persone) disperso nella Sala

Questi studi permettono di definire il percorso, il numero massimo di persone in un gruppo e il temp massimo di permanenza in un ambiente senza perturbarlo.
Con le simulazioni è stato possibile identificare che le migliori condizioni di conservazioni risultano quelle di elevata umidità (85-90%) e media temperatura (17-20°C). La stabilizzazione intorno a questi valori permette solo una debole circolazione di aria e minime variazioni di umidità e temperatura (Fig. 14). Questi valori inoltre impediscono la cristallizzazione dei sali solubili perché al di sopra dei loro valori di precipitazione.

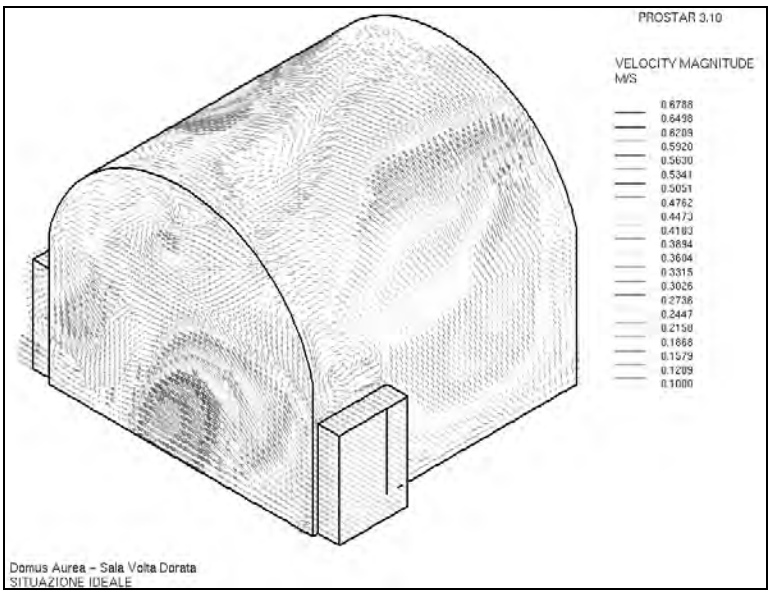


Figura 14. Simulazione del microclima della Sala della Volta Dorata a 18°C e 90%Ur

Attuali interventi per garantire il controllo del microclima e la manutenzione delle superfici

Dagli studi microclimatici apparve necessario intervenire sul controllo dei flussi di aria e di acqua. La superficie del giardino del Colle Oppio, soprastante tutta la Domus Aurea non garantisce un filtro per le acque piovane, tale da disperderle prima che esse arrivino all'estradosso delle volte (lo spessore del giardino è variabile da 0,80 m a 3 m). Si è reso dunque necessario uno studio per il controllo delle acque superficiali in modo che esse vengano convogliate e controllate. Data la complessità del monumento e la natura storica del giardino stesso (realizzato da Munoz nei primi del novecento) è stato necessario individuare un sistema di impermeabilizzazione compatibile con le esigenze di mantenere il giardino e

conservare il monumento. Sono stati allora eseguiti alcuni test di realizzazione di un sistema di impermeabilizzazione basato sull'uso di materiali eco-compatibili quali la bentonite e l'argilla cruda. Questo sistema permette di realizzare uno strato impermeabilizzante garantito dall'argilla cruda. In Fig. 15-16 si può vedere uno schema di realizzazione (progetto CISTeC – Ing. Massari) e un test di esecuzione.

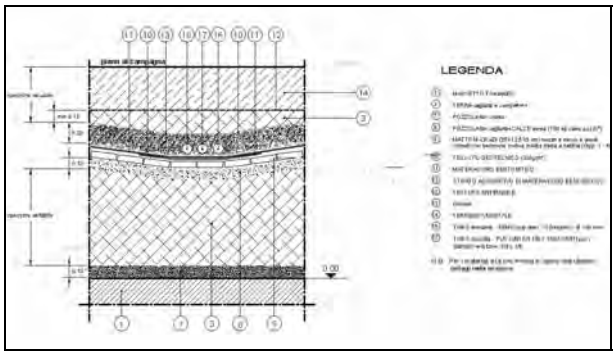


Figura 15. Schema di realizzazione del sistema di impermeabilizzazione



Figura 16. Test di realizzazione dell'impermeabilizzazione con argilla cruda

Sulla base del buon comportamento di questo sistema di impermeabilizzazione è stato effettuato uno studio per la progettazione dell'impermeabilizzazione per tutta l'area della Domus (Fig. 17), che sarà realizzato con una collaborazione tra la Soprintendenza Archeologica di Roma e la Soprintendenza Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Lazio.

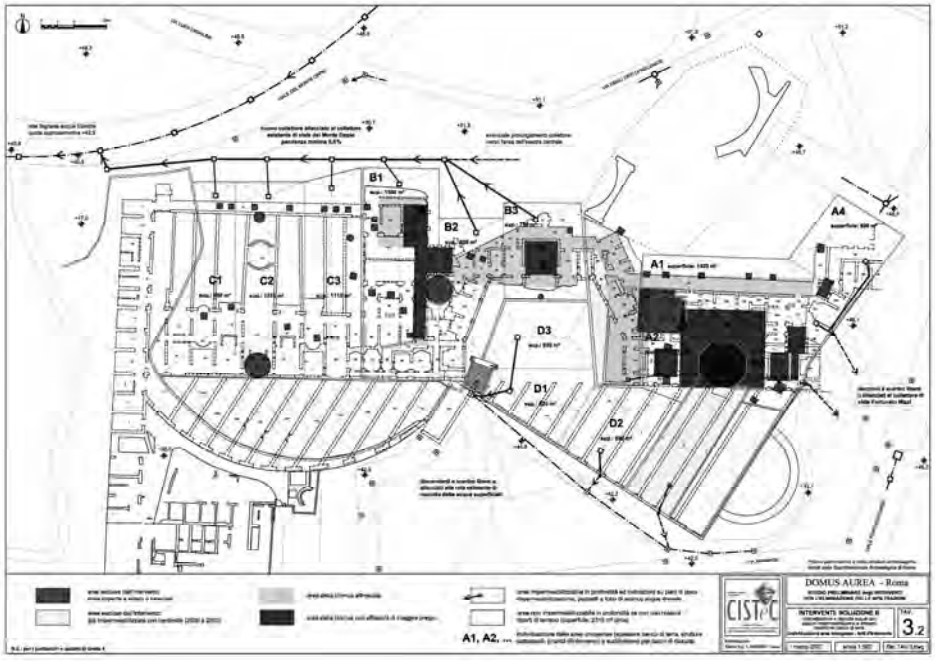


Figura 17. Studio per la realizzazione di un'impermeabilizzazione nell'intera area della Domus Aurea

Con la realizzazione dell'impermeabilizzazione sarà possibile operare anche la chiusura di gran parte delle bocche di lupo e altre aperture, per limitare i flussi di aria. Dopo la realizzazione dell'impermeabilizzazione, opera impegnativa, che richiede un accordo tra Soprintendenza Archeologica e Comune di Roma per la contemporanea realizzazione dell'impermeabilizzazione e del nuovo progetto del giardino, sarà possibile intervenire sul controllo delle modalità di accesso al monumento, al percorso del pubblico, sull'impianto di illuminazione, ecc..

Durante le fasi di intervento è previsto un controllo periodico delle superfici e del microclima per poter garantire eventuali e specifici interventi di manutenzione e conservazione. Al momento si sta effettuando un controllo delle superfici per definirne lo stato attuale, prima di qualsiasi intervento.
Il controllo dello stato di fatto delle superfici è condotto da restauratori specializzati (Fig. 18). Lo studio in corso monitorizza i valori ed il ritmo delle variazioni subite dalla superficie. Argomenti di osservazione sono i depositi, suddivisi in n. 4 tipologie: 1) polveri 2) alghe 3) sali polverulenti 4) veli di carbonatazione.

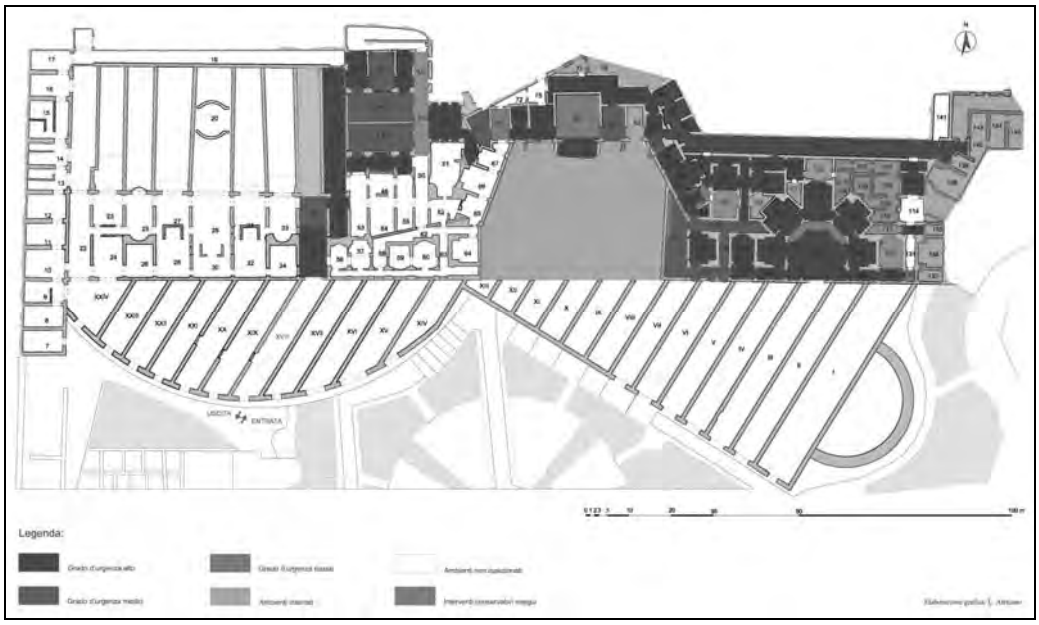


Figura 18. Monitoraggio delle 4 tipologie di degrado: polveri; alghe, sali polverulenti, carbonatazione.

Verrà inoltre valutato il consumo delle superfici, attraverso la misura della perdita dei valori cromatici con la colorimetria e indagini spettrofotometriche a cura del Laboratorio della Facoltà di Architettura "Valle Giulia dell'Università di Roma "La Sapienza", Proff Spiros Alessandro Curuni e Nicola Santopuoli (Fig. 19).



Figura 19. Perdita cromatica nella Sala della Volta Dorata



Figura 20. Parete stabilizzata nella Sala delle Maschere

La *Domus* fu argomento di ricerca negli anni 1981-88 da parte dell'Istituto Centrale del Restauro, secondo un progetto organico voluto da Giovanni Urbani, con la partecipazione del Laboratorio di Chimica (Marisa Tabasso), Biologia (Clelia Giacobini), Fisica (Giorgio Accardo) e la cura di Pio Baldi per la progettazione. Il risultato fu presentato subito a Bressanone (4) e poi in diverse sedi: *gli ipogei*

devono vivere senza scambi con l'esterno, in regime costante anche ad elevata umidità. I restauri allora condotti in sale rimaste sigillate sono perfetti; i restauri eseguiti su ambienti con condizioni costanti per geometria, il criptoportico orientale, sono perfetti (Fig. 20). Gli studi e gli interventi attuali sono rivolti a garantire queste condizioni per tutta la Domus Aurea.

Conclusioni

La conservazione della Domus Aurea può e deve proseguire sulla linea fino ad ora seguita di stabilizzare il microclima limitandone il contatto con l'esterno il più possibile. Con il contributo della Direzione Regionale Beni Culturali e Paesaggistici del Lazio e del Comune di Roma, si potrà limitare o eliminare le percolazioni di pioggia dal Parco del Colle Oppio e consolidare gli strati di preparazione e intonaco pericolanti, per la salvaguardia del bene pubblico, nonché continuare a garantire un costante controllo ambientale. Oltre a realizzare queste condizioni la collaborazione tra Soprintendenza Archeologica di Roma con diverse Università (per es. Roma Sapienza e Università di Perugia) permettono di svolgere anche studi particolari e specifici: esempi sono gli studi di simulazione fluidodinamica con sempre più raffinati sistemi di modellazione in collaborazione con CISTeC e lo studio dei valori cromatici, per saperne di più di Fabullus *"fioridus a umidus"* Plinio, *Naturalis Historia*, 35, 120 (Fig. 21). Lo studio con metodi non distruttivi per l'individuazione dei pigmenti utilizzati nel cantiere antico è in corso di attuazione con un Progetto europeo, con il Laboratorio MoLab dell'Università di Perugia Prof. Antonio Sgamellotti e Dr. Costanza Miliani.

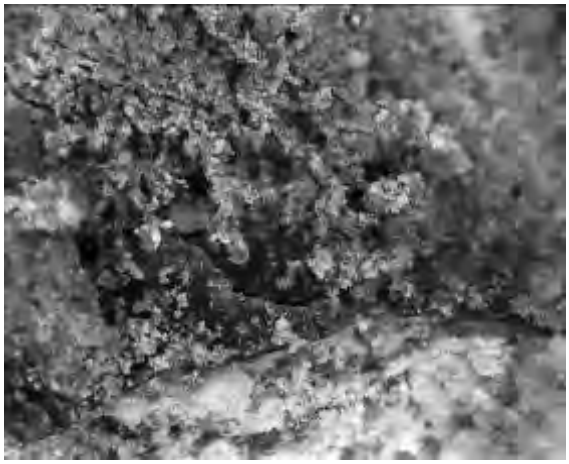


Figura 21. Lapislazzulo

BIBLIOGRAFIA

(1) M.L. Santarelli, G Torraca, C. Giavarini,I. Iacopi, *"Studi ambientali per la conservazione dei vani ipogei nella Domus Aurea"*, Materiali & strutture. Problemi di conservazione, n° 3-4, n.s. Anno I, 2004, 30-45 (stampato 2006).
(2) S. Albero, C. Conti, M.L. Santarelli *"Domus Aurea: lo studio dell'ambiente per la conservazione delle superfici"*, XXI Convegno Scienza e Beni Culturali "Sulle Pitture Murali: Riflessioni, Conoscenze, Interventi", Bressanone 2005, 935-94.
(3) S.Albero, C.Giavarini, M.L.Santarelli, A.Vodret, *"CFD modeling for the Conservation of the Gilded Vault Hall in The Domus Aurea"*, J. of Cultural Heritage, 5, (2) 197-203 (2004).
(4) Proceedings del *Convegno "Manutenzione e conservazione del costruito, tra tradizione e innovazione*", Bressanone Luglio 1986, Arcadia Editore, Padova, 1986.

Ringraziamenti
Si ringrazia l'Arch. Roberta Zaccara per la collaborazione alla definizione del presente lavoro.

IL MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE A PRESSIONE VARIABILE PER LA DIAGNOSTICA DI ALTERAZIONI FUNGINE SU BENI CULTURALI

Flavia Pinzari*, Mariasanta Montanari**

*Biologo Direttore Coordinatore, Istituto Centrale per la Patologia del Libro, Via Milano 76, 00187, Roma, +39 06 48291215, flavia.pinzari@beniculturali.it
** Biologo Direttore Coordinatore, Responsabile del Laboratorio di Biologia, Istituto Centrale per la Patologia del Libro, Via Milano 76, 00187, Roma, +39 06 48291309, mariasanta.montanari@beniculturali.it

Abstract

In questo studio si riporta un caso di diagnostica effettuata per mezzo di un SEM a pressione variabile (VP) di alterazioni fungine sul dorso di volumi conservati in armadi Compactus. Si tratta di uno studio in cui le tecniche classiche di coltura in vitro e di osservazione al microscopio ottico non hanno permesso di pervenire ad una descrizione soddisfacente del fenomeno osservato ed in particolare non hanno condotto all'identificazione della specie responsabile dell'alterazione. Con l'aiuto del SEM-VP è invece stato possibile ottenere alcuni dettagli dei caratteri sistematici fungini attraverso i quali si è potuto identificare l'agente biodeteriogeno. La microscopia elettronica a scansione ha fatto nell'ultimo decennio grandi passi avanti nello studio dei materiali e delle loro diverse forme di alterazione. Nel presente lavoro sono discusse le potenzialità applicative di tale strumentazione nello studio delle alterazioni che i funghi biodeteriogeni causano sui materiali organici ed inorganici di cui sono costituite le opere d'arte e di interesse storico-artistico.

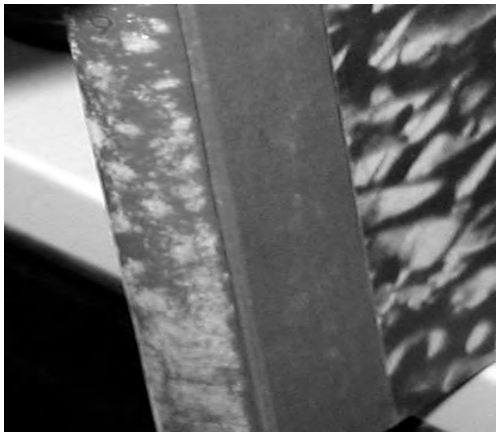
Introduzione

Le nuove tecniche di microscopia elettronica a scansione con apparecchi a pressione variabile unitamente alla microanalisi permettono notevoli passi avanti nello studio dell'interazione fra i funghi biodeteriogeni ed i materiali cartacei (1). Il microscopio elettronico a scansione con cella porta-campione a pressione variabile (SEM-VP) permette, infatti, l'osservazione di campioni in condizioni di basso vuoto, risolvendo i problemi sperimentali caratteristici dei campioni umidi e non conduttivi che possono così essere osservati senza bisogno di tecniche di preparazione atte ad eliminare l'acqua in essi contenuti e a renderli conduttivi. Si evitano così danni al campione e soprattutto la produzione di artefatti tipici di queste tecniche (2).
Rispetto ai metodi di studio classici, quali l'isolamento delle specie fungine e la messa in coltura a partire dai materiali cartacei infetti, ampiamente descritti nei lavori di Fausta Gallo (3, 4) pioniera in Italia degli studi sul biodeterioramento dei materiali cartacei e di Nyuksha (5), le nuove tecniche di osservazione microscopica offrono diversi vantaggi. In primo luogo è possibile utilizzare, per l'osservazione al SEM, campioni di pochi millimetri di diametro, purché indicativi dell'alterazione che si vuole analizzare. In secondo luogo, l'osservazione diretta e contemporanea del substrato e dell'organismo imputato del danno permette di valutare il grado di relazione fra i due e l'effettiva azione sulla struttura alterata. L'isolamento da substrato del sospetto organismo biodeteriogeno può portare ad errori di valutazione, dal momento che le spore di diverse specie di funghi sono onnipresenti come inquinanti aero-dispersi sui materiali (4) e che non tutti gli organismi che si sviluppano sulla carta, danneggiandola, sono poi in grado di crescere in vitro (6). Si rischia, in pratica, da un lato di isolare organismi casualmente presenti sull'oggetto e non responsabili dell'alterazione e, dall'altro, di non riuscire ad isolare il vero responsabile perché non coltivabile *in vitro* oppure perché non più vitale. Le potenzialità informative dell'osservazione al microscopio elettronico a scansione dei funghi saprotrofi su supporti cartacei sono tali da indurre gli studiosi del settore a sperare in un utilizzo più standardizzato e coerente dello strumento. Sarebbe auspicabile, in altre parole, che si potesse creare un'iconografia di settore per l'identificazione delle specie fungine che attaccano i beni cartacei, per mezzo dell'osservazione delle strutture miceliari presenti su campioni di carta microscopici prelevati direttamente dall'oggetto.
Attraverso l'osservazione al SEM delle dimensioni, della forma e dell'ornamentazione dei conidi e delle strutture che li producono è, infatti, possibile arrivare in molti casi ad una diagnosi a livello di specie per molti dei funghi che attaccano i supporti cartacei (7). A tale proposito Mary-Lou E. Florian (8, 2) ha osservato come i metodi di preparazione dei campioni (fissaggio e metallizzazione) influiscano notevolmente sul grado di idratazione delle strutture fungine e che tale variabilità si ripercuota notevolmente sulle dimensioni e l'aspetto delle ornamentazioni dei conidi e delle spore. Il confronto dei preparati con le immagini delle differenti specie rappresentate in letteratura (9) trova notevoli ostacoli proprio nell'assenza di uniformità nelle tecniche di preparazione che stanno all'origine dell'iconografia SEM ad oggi disponibile per le specie fungine di interesse per i beni culturali, in generale, e per quelli cartacei nello specifico. La stessa Mary-Lou E. Florian (1) suggerisce di utilizzare come riferimento tassonomico per i funghi che attaccano i beni culturali le dimensioni, la forma e gli altri caratteri sistematici riscontrabili nelle immagini SEM di funghi essiccati naturalmente all'aria,

evitando pertanto di utilizzare metodi preparatori chimici che potrebbero causare confusione nelle osservazioni successive e che rischierebbero di alterare il substrato da cui, nel caso dei beni culturali, si desidera pure di ottenere informazioni.
In questo studio si riporta un caso di diagnostica effettuata per mezzo del SEM-VP di alterazioni fungine sul dorso di volumi conservati in armadi Compactus. Si tratta di uno studio in cui le tecniche classiche di coltura in vitro e di osservazione al microscopio ottico non hanno permesso di pervenire ad una definizione soddisfacente del fenomeno osservato ed in particolare non hanno condotto all'identificazione della specie responsabile dell'alterazione. Con l'aiuto del microscopio elettronico a scansione è invece stato possibile ottenere alcuni dettagli dei caratteri sistematici attraverso i quali si è potuto identificare l'agente biodeteriogeno.

Materiali e metodi

Nel corso di un sopralluogo in una biblioteca sono stati osservati diversi volumi rilegati in tela conservati in armadi Compactus coperti sui dorsi da efflorescenze di colore chiaro, a contorni tondeggianti e con una distribuzione a "macchia di leopardo" (Figura 1). Gli armadi Compactus sono strutture conservative costituite da scaffalature che scorrono su binari allo scopo di ridurre lo spazio occupato dai corridoi normalmente esistenti fra uno scaffale e l'altro, con il risultato di ospitare in un ambiente chiuso, apribile all'occorrenza, grandi quantità di materiale. Sono stati effettuati campionamenti direttamente sui volumi per mezzo di tamponi di cotone asciutti, di membrane di nitrocellulosa e di nastro adesivo (Figure 2) quest'ultimo per un'osservazione diretta al microscopio ottico degli organismi responsabili delle alterazioni. Il nastro adesivo utilizzato è del tipo Fungi-Tape della Scientific Device Lab., Inc Glenview (Ill.) (1 mm di spessore, n. 745) che permette un ottimale recupero dal substrato delle strutture aeree del fungo senza apportare danni al substrato (in questo caso la coperta del volume), e presenta inoltre un indice di rifrazione idoneo per la diretta osservazione in luce trasmessa al microscopio ottico, previo fissaggio su vetrino. Le membrane di nitrocellulosa sono state inserite in capsule sterili sopra un mezzo di coltura agarizzato (MEA) (6) per permettere una conta delle Unità Formanti Colonie (UFC) ed un eventuale isolamento di ceppi fungini di interesse. I tamponi utilizzati per prelevare il micelio prodotto sulle coperte dei volumi sono stati strisciati direttamente su piastre Petri contenenti del terreno nutritivo (MEA e CYA) (6) al fine di evidenziare la vitalità delle sporificazioni.



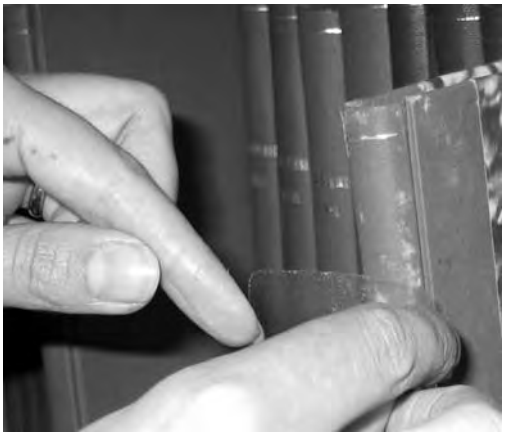


Figure 1 e 2. A sinistra, efflorescenze sul dorso dei volumi esaminati. A destra, prelievo del micelio per mezzo del nastro adesivo.

Gli stessi tamponi sono stati quindi immersi in una soluzione fisiologica (Ringer 25%) per 24 ore. Dalla soluzione di ciascun tampone sono poi stati prelevati 3 ml che sono stati quindi seminati in piastre Petri contenenti terreni agarizzati a bassa attività dell'acqua (CYA 20) (6) al fine di permettere la crescita di specie fungine xerofile. Infine si è proceduto all'osservazione al SEM-VP del nastro adesivo allo scopo di osservare con un dettaglio maggiore i caratteri diagnostici delle fruttificazioni.
Il nastro adesivo contenente il micelio prelevato dal taglio dei volumi è stato ritagliato e posizionato su uno stub portacampioni in alluminio di 12,5 mm di diametro (Agar Scientific, Essex, England, pin stubs cod. G301F). Il campione di nastro adesivo è stato montato con la superficie adesiva contenente le strutture fungine verso l'alto, e fissato a sua volta nella pagina inferiore allo stub con del nastro biadesivo di carbonio (Agar Scientific, Essex, England, G3347). L'osservazione al SEM-VP è stata condotta con uno strumento Zeiss Evo 50, in condizioni di vuoto variabile, con una pressione in camera di circa 30 Pascal, una corrente di 20 kV ed utilizzando il detector VPSE (detector per elettroni secondari in vuoto variabile). Si è scelto di non metallizzare il campione per non

sottoporlo a pressioni troppo elevate e soprattutto per evitare artefatti che ne avrebbero condizionato la descrizione (1).
Le caratteristiche micromorfologiche delle strutture fungine prelevate con il nastro adesivo dai volumi ed osservabili al microscopio elettronico sono quindi state confrontate con quelle riportate in letteratura (10, 11, 12) e con alcuni ceppi fungini di riferimento presenti nella collezione di funghi filamentosi dell'ICPL, ceppi comunque provenienti da collezioni certificate del CBS, Centraalbureau voor Schimmelcultures (Paesi Bassi). In particolare sono stati osservati per un confronto delle dimensioni dei conidi e della loro ornamentazione, nonché della produzione conidiale (forma e dimensioni delle cellule conidiogene e del conidioforo) i seguenti ceppi: *Aspergillus penicillioides* CBS 112373, *Aspergillus restrictus* CBS 112453, *Aspergillus sydowii* CBS 114064, *Aspergillus candidus* CBS 11244, *Aspergillus ustus* CBS 112452, *Aspergillus versicolor* CBS 112381. Per il confronto i ceppi fungini di riferimento sono stati inoculati su terreno agarizzato (MEA) e fatti sviluppare per 7-14 giorni secondo il tempo necessario a manifestare la produzione di conidi. Le fruttificazioni di ciascun ceppo sono quindi state prelevate dalla coltura per mezzo del nastro adesivo, avvicinandolo delicatamente il verso contenente la colla alla superficie delle colonie, al pari di quanto effettuato per il prelievo del micelio fungino dai volumi alterati. Il nastro adesivo contenente le strutture di riferimento sono state montate su dei porta-campioni "stub" come precedentemente descritto.

Risultati e Discussione

Dai prelievi effettuati per mezzo del nastro adesivo sono emersi due aspetti di rilievo. Tutte le efflorescenze prelevate sono risultate ad un attento esame microscopico (microscopio ottico Olympus AX60) micelio fungino in sporificazione (Figure 3-4). Tutte le efflorescenze osservate sono apparse appartenere alla medesima specie di fungo filamentoso del genere *Aspergillus*. Dalle membrane di nitrocellulosa sono state contate colonie fungine appartenenti a diversi generi indicando la presenza sui materiali di un'articolata micoflora vitale.



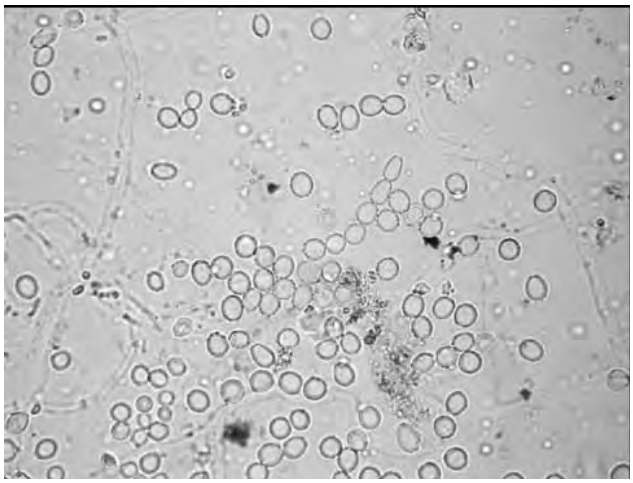


Figure 3 e 4. A sinistra, vetrino da microscopia con il nastro adesivo contenente il micelio fungino campionato sui volumi. A destra, osservazione al microscopio ottico del nastro adesivo utilizzato per campionare le efflorescenze fungine sui dorsi delle coperte dei volumi nella sezione Arcadia. Microscopio ottico Olympus AX60. Osservazione dopo aggiunta di acido lattico, 600x

L'analisi e la conta delle specie ha però escluso la presenza di un'infezione monospecifica come poteva sembrare da quanto osservato dai campioni di nastro adesivo. Dalle membrane sono stati isolati ed identificati ceppi di funghi potenzialmente nocivi per i beni cartacei quali *Chaetomium* e *Alternaria*, oltre a specie che possono scatenare reazioni allergiche in soggetti sensibili come l'*Aspergillus niger*, il *Trichoderma viride* e diverse specie di *Penicillium*, e specie produttrici di micotossine come l'*Aspergillus fumigatus* rinvenuto in forma sporificante anche su alcuni campioni prelevati dal dorso di alcuni volumi. Il numero di colonie riscontrate per ciascuna specie è stato in ogni caso basso, suggerendo che la presenza di tali specie fungine sui materiali fosse solo occasionale. Da gran parte delle piastre ottenute non si è avuto lo sviluppo di colonie fungine, suggerendo che la specie di *Aspergillus* cresciuta copiosamente sui materiali ed evidenziata in gran parte delle alterazioni a seguito del prelievo effettuato con il nastro adesivo era, di fatto, non più vitale oppure non era in grado di crescere in vitro.
Questa ultima ipotesi è stata avvalorata dalle osservazioni del nastro adesivo effettuate al SEM che hanno messo in rilievo l'appartenenza del micelio, riscontrato su tutte le coperte dei volumi, alla specie xerofila *Aspergillus penicilloides* Spegazzini (6, 11). L'osservazione dell'ornamentazione dei conidi (Figure 4-6) e la misura delle

dimensioni loro e delle vescicole dei conidiofori, nonché il confronto delle caratteristiche micromorfologiche con quelle dei ceppi di riferimento hanno permesso di arrivare ad un’identificazione a livello di specie. Inoltre, alcuni dei conidi osservati al SEM hanno evidenziato un aspetto rigonfio tipico delle spore in procinto di germinare (Figura 7), e non sono apparsi disidratati e collassati come dovrebbero presentarsi i conidi di un micelio secco e non più vitale.

In conclusione l’infezione fungina alle coperte dei volumi conservati nei Compactus è stata attribuita all’*Aspergillus penicilloides*, il quale ha mostrato peraltro chiari segni di vitalità, a differenza di quanto era stato possibile osservare sulla sola base delle prove di coltura in vitro. Si tratta di un fungo a crescita lenta che predilige i substrati poveri e soprattutto con bassa attività dell’acqua; questa specie è, di fatto, in grado di svilupparsi in condizioni estremamente xeriche ed è stata segnalata da alcuni autori quale componente potenzialmente allergenica della polvere domestica (13). L’*A. penicilloides* per alcuni autori (14) è un fungo la cui presenza e frequenza sono molto sottostimate a causa delle difficoltà che la specie incontra nel crescere sui comuni substrati colturali, e talvolta anche sui terreni a bassa attività dell’acqua, specifici per organismi xerofili.

La cospicua crescita del fungo osservata sul dorso delle coperte dei volumi conservati nel Compactus rappresenta un fenomeno di rilievo, dal momento che tale sviluppo non si è potuto attribuire a condizioni termoigrometriche sfavorevoli alla conservazione dei materiali librari, ma piuttosto ad una scarsa aerazione del materiale conservato all’interno degli scaffali. Il materiale costitutivo delle coperte dei volumi ha rappresentato un substrato capace di indurre e supportare lo sviluppo del fungo, che non ha peraltro incontrato specie fungine competitrici data la sua capacità di sviluppo in condizioni limitanti per la maggior parte delle specie che attaccano i beni librari. I danni che alcuni funghi xerofili possono produrre sui materiali sono spesso peculiari ed offrono problematiche specifiche a chi deve intervenire nella rimozione o mitigazione delle alterazioni. Le cellule fungine per assorbire acqua dall’ambiente esterno devono poter regolare il loro potenziale osmotico interno in modo da creare un flusso d’acqua a loro favorevole, tale da permettergli di mantenere il giusto livello di idratazione. L’osmoregolazione nei funghi è un processo che richiede molta energia metabolica, poiché necessita di un trasporto attivo di sostanze dall’esterno all’interno della cellula contro gradiente. Il potenziale osmotico interno alle cellule fungine deve essere più basso di quello esterno, altrimenti l’acqua esce dalle ife (catene allungate di cellule fungine comunicanti) invece di entrarvi. L’abilità di mantenere un potenziale osmotico favorevole rispetto all’ambiente varia da specie a specie nei funghi e da essa dipende la maggiore o minore capacità di crescere su substrati con potenziali idrici molto bassi. Certi funghi possono sopravvivere in ambienti con basso potenziale idrico, ma non crescere, poiché la loro energia metabolica viene consumata per mantenere il potenziale osmotico interno. Alcune specie fungine in caso di stress idrico attivano, ad esempio, la sintesi di composti capaci di abbassare il potenziale osmotico intracellulare, come il glicerolo ed il mannitolo, o sostanze più complesse, talvolta colorate e quindi in grado di alterare l’aspetto del substrato. Una conoscenza più approfondita del metabolismo delle specie fungine che attaccano i beni culturali potrebbe facilitare ed accompagnare il lavoro dei restauratori suggerendo trattamenti specifici e misure conservative più mirate ed efficaci.

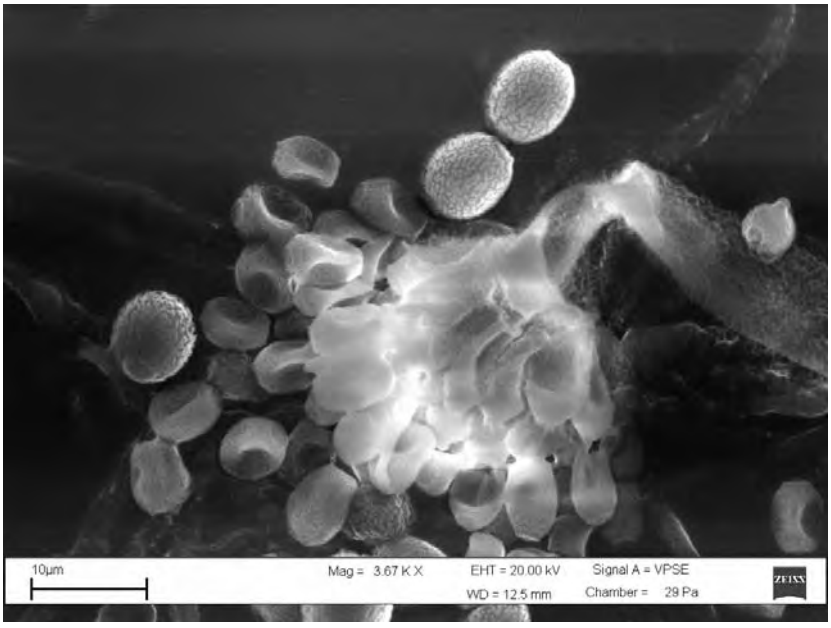


Figura 4

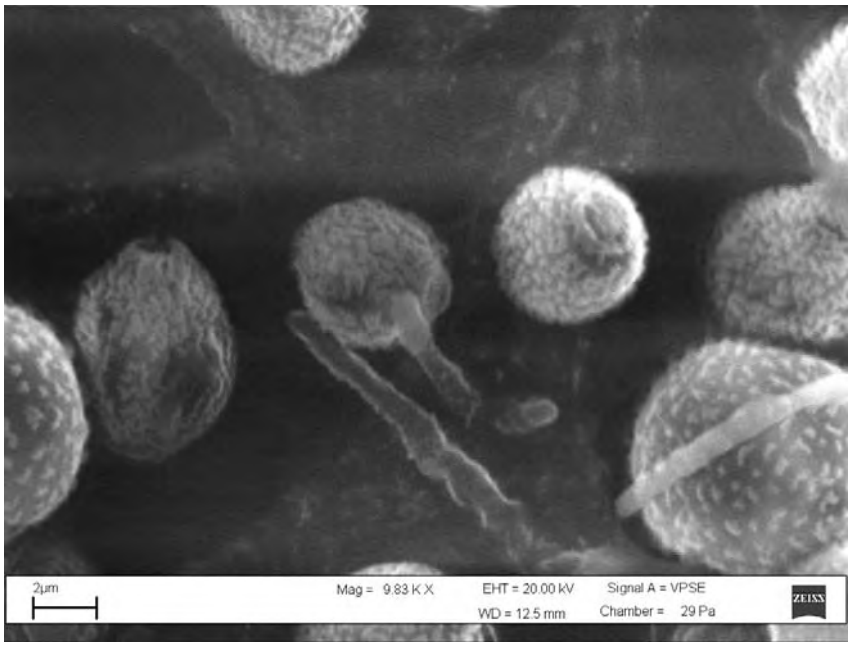


Figura 5

Figure 4-5. Osservazione al microscopio elettronico a scansione del nastro adesivo utilizzato per campionare le efflorescenze fungine sui dorsi delle coperte dei volumi. Figura 4, immagine di una vescicola con cellule conidiogene e conidi. 3600x, Figura 5, conidi con ife di germinazione. 9800x

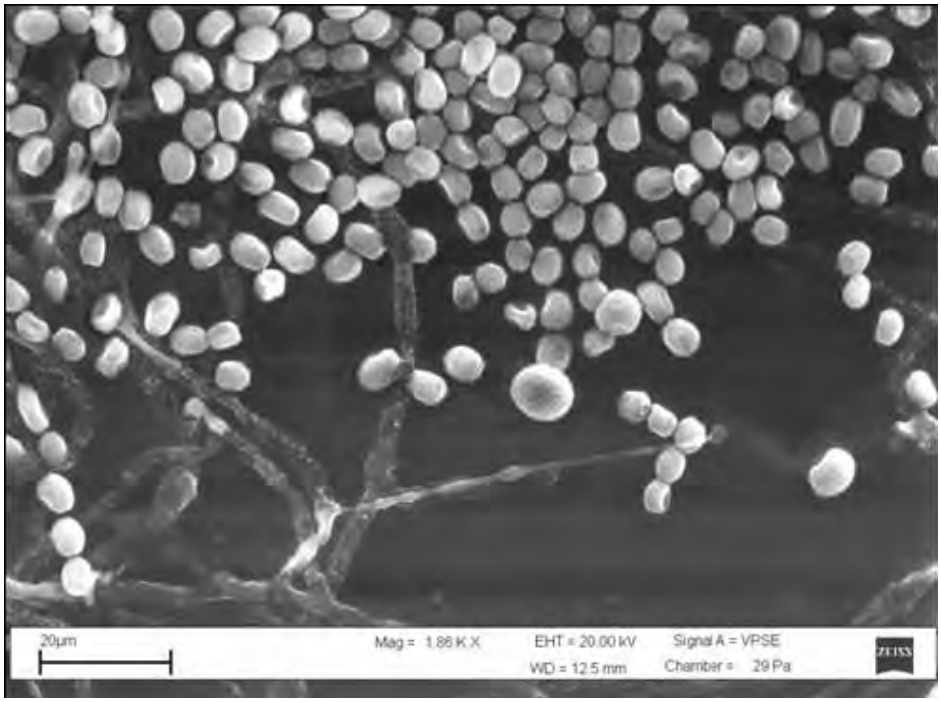


Figura 6

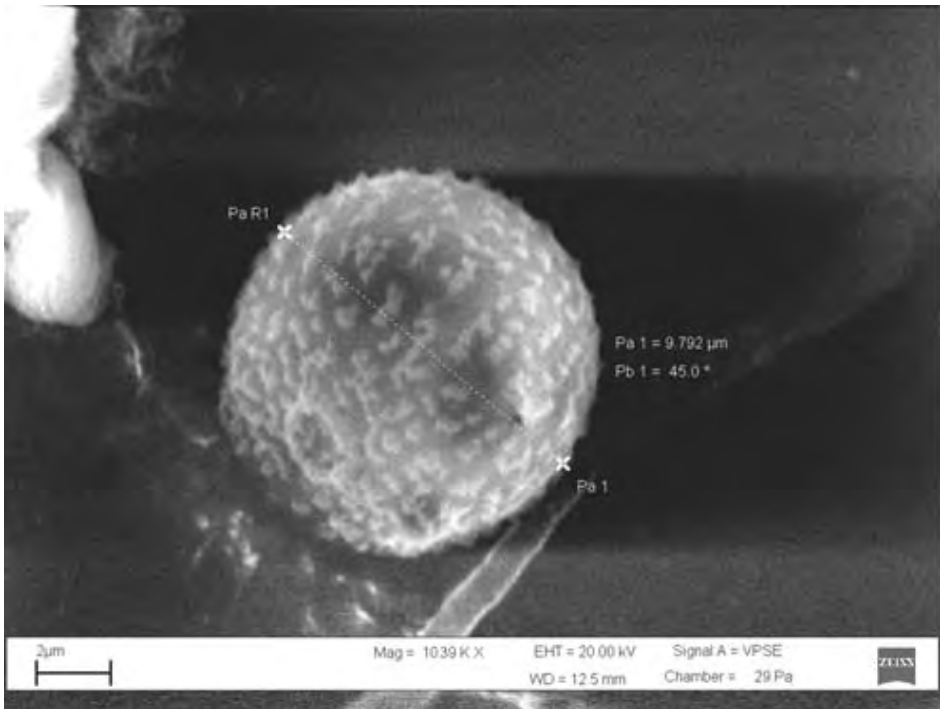


Figura 7

Figure 6-7. Osservazione al microscopio elettronico a scansione del nastro adesivo utilizzato per campionare le efflorescenze fungine sui dorsi delle coperte dei volumi. Figura 6, immagine di conidi con ife. Al centro dell'immagine si può osservare un conidio rigonfio in fase di germinazione. 1800x. Figura 7, immagine di un conidio idratato in procinto di germinare. 10.300x

L'osservazione al SEM di campioni di micelio fungino prelevati con il metodo del nastro adesivo direttamente dai materiali si è rivelato particolarmente informativo e potrebbe rappresentare a nostro avviso, se opportunamente tarato e ottimizzato, un sistema diagnostico in grado di dare informazioni sull'effetto che il substrato ha nel modificare il tipo di crescita, fruttificazione e habitus delle specie fungine. Tali informazioni sono particolarmente utili nello studio delle alterazioni che i funghi biodeteriogeni causano sui materiali organici ed inorganici di cui sono costituite le opere d'arte e di interesse storico-artistico in quanto possono contribuire alla definizione dei parametri necessari alla prevenzione del deterioramento e dei criteri da osservare per il restauro dei beni.
Peraltro troppo spesso negli archivi e nelle biblioteche si procede alla disinfezione ed alla spolveratura dei materiali infetti senza che siano stati prima identificati i funghi o i batteri responsabili dell'attacco (4). Per la salute degli operatori, per quella dei restauratori e di chi dovrà gestire il materiale anche dopo i trattamenti, e per un miglior intervento di restauro, è invece necessario conoscere le specie responsabili dell'infezione. Nel caso dei funghi, in particolare, è importante sapere se si stia operando in presenza di una specie che produce micotossine teratogene per l'uomo, attive anche dopo la morte del fungo, od in presenza di funghi che producono enzimi capaci di modificare le caratteristiche chimiche e strutturali della carta o degli altri materiali librari (8, 15).

BIBLIOGRAFIA

1. Florian M.L.E. and L. Manning, *SEM analysis of irregular fungal fox spots in an 1854 book: population dynamics and species identification.* Int. Biodeterior. Biodeg. 46: 205-220 (2000)
2. Florian M.L.E., *Fungal fox spots and others.* p. 135-151. In O. Ciferri, P. Tiano and G. Mastromei (ed.), On Microbes and Art. Proceedings of an International Conference on Microbiology and Conservation (ICMC). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, (1999)
3. Gallo F. *Biological Factors in the Deterioration of Books*. Technical Notes. Rome: ICCROM, (1985)
4. Gallo F. *Il biodeterioramento di libri e documenti*. Centro di Studi per la Conservazione della carta – ICCROM Roma, (1992)
5. Nyuksha J.P., *Some special cases of biological deterioration of Books*. Restaurator, 5, pp 177-182, (1983)
6. Pitt J., Hocking A.D., *The ecology of fungal food spoilage*, in: Pitt J., Hocking A.D., Fungi and Food Spoilage. CSIRO-Division of Food Research-Sydney. Academic Press Australia, pp 5-18, (1985)
7. Cole G.T., *Techniques for examining developmental and ultrastructural aspects of conidial Fungi*. Pp. 577-633, in: Cole, G.T. & W.B. Kendrick (eds), Biology of conidial Fungi, 2. Academic Press, London, (1981)
8. Florian M.L.E., *The role of the conidia in fox spots.* Studies in conservation 41: 65-75, (1996)
9. Kozakiewicz Z., *SEM taxonomy of* Aspergillus. Royal Microscopical Society 1: 216 pp. (1984)
10. Kozakiewicz Z. Aspergillus *species on stored products*. Mycological Papers 161, (1989)
11. Klich M.A., Identification of common Aspergillus species, CBS, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht The Netherlands, 116 pp., (2002)
12. de Hoog G.S., Guarro G., Gené J., Figueras M.J., Atlas of clinical fungi. Second Edition, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht The Netherlands/ Universitat Rovira i Virgili, Spain, 1126 pp.,(2000)
13. Samson, R.A & van der Lustgraf, B., Aspergillus penicilloides *and* Eurotium halophilicum *in association with house-dust mites.* Mycopathologia 64(1): 13-16, (1978).
14. Samson R.A., Pitt J.I (eds.), *Integration of Modern Taxonomic Methods for* Penicillium *and* Aspergillus *Classification.* Harwood Academic Publisher. The Netherlands, 510 pp. (2000)
15. Pinzari F., *Funghi: una minaccia alle persone ed al patrimonio culturale*. Cabnewsletter, Conservazione negli Archivi e nelle Biblioteche 6: 10-15, (2001)

FOXING BIOLOGICO: DIAGNOSTICA MULTIDISCIPLINARE

Mirca Zotti*, Alice Ferroni, Paolo Calvini*****

* Università degli Studi di Genova, Dip.Te.Ris., Polo Botanico "Hanbury", Corso Dogali 1 M, 16136 Genova, tel. 010 2099378, e-mail: milla@klaatu.com.dist.unige.it
**Restauratore, Via Ravasco 4, 16136 Genova, e-mail aliceferroni@tiscali.it
*** Ministero dei Beni Culturali, S.B.A.P., Via Balbi 10, 16121 Genova, e-mail: paolo.calvini@tin.it

Abstract

Le analisi compiute tradizionalmente sulle macchie color ruggine su supporto cartaceo (*foxing),* si basano sulla valutazione della fluorescenza alla luce ultravioletta (U.V.), sul microscopio elettronico a scansione (SEM), e sull'isolamento, attraverso protocolli specifici, degli organismi infestanti. In questo lavoro sono state selezionate macchie di *foxing* sviluppatesi su tipologie cartacee diverse. La metodica per l'isolamento di microfunghi utilizzata ha consentito di rilevare un significativo numero di ceppi fungini. Parallelamente sono state effettuate analisi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy)* di confronto fra aree infestate e non, che hanno permesso di evidenziare la presenza di metaboliti fungini e/o la degradazione della carta in corrispondenza della macchia. I risultati, ottenuti attraverso metodologie non invasive, hanno messo in luce la peculiarità del degrado di origine biologica. Ulteriori studi sono in corso per l'ottimizzazione di una tecnica di indagine non invasiva quale l'analisi FTIR, che consenta la discriminazione tra degrado di origine biologico e/o chimico, indispensabile ai fini di una corretta valutazione del danno e di un mirato intervento di restauro.

Introduzione

Uno dei fenomeni più ricorrenti di degrado irreversibile delle opere cartacee di arte grafica è il *foxing*. Tale alterazione si manifesta con l'apparire di macchie più o meno diffuse ed estese, di colore bruno-rossiccio. Spiegare l'origine e il meccanismo di questo fenomeno risulta ancora oggi difficile: le ipotesi più accreditate sono divergenti e possono essere riassunte in due principali. La prima considera il *foxing* un degrado di origine abiotica, dovuto a fenomeni di natura chimico-fisica, come l'ossidazione e/o depositi di metalli pesanti [1, 2, 3, 4]. La seconda, invece, ritiene il *foxing* di origine biotica individuando il fenomeno come il risultato dell'azione di microrganismi, funghi compresi [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Non solo è difficile spiegare l'insorgenza del fenomeno *foxing*, ma è altrettanto complesso individuare protocolli efficaci per rimuovere o prevenire la formazione delle macchie, in ragione anche delle diverse origini del fenomeno. Nei protocolli di intervento le pratiche correnti tendono a porre l'accento sulla composizione della carta e sulle possibili reazioni degli agenti sbiancanti sul substrato cellulosico: mancano però metodologie sistematiche per la differenziazione del tipo di macchia (biotica o abiotica) precludendo così la possibilità di differenziare gli interventi in base alla natura della macchia. E'opinione consolidata che le semplici operazioni di lavaggio e deacidificazione siano operazioni fondamentali per rimuovere i gruppi cromofori responsabili delle macchie [12]. La pratica corrente, che limita l'impiego di sbiancanti ai casi di indiscutibile necessità, si basa sul fatto che le sostanze più diffuse in questa operazione (ipocloriti di sodio NaOCl, e di calcio $Ca(OCl)_2$) hanno un'azione ossidante sulla cellulosa. D'altra parte il trattamento sbiancante riducente più diffuso, a base di boroidruro di sodio ($NaBH_4$), è sicuramente più sicuro poiché non provoca degrado della cellulosa, ma va utilizzato con precauzione poiché il suo meccanismo di reazione dà origine a idrogeno gassoso, creando rigonfiamenti all'interno delle fibre della carta [13]. Mentre i trattamenti a base di cloro hanno una certa efficacia sulle macchie di *foxing* di origine biotica, l'efficacia del boroidruro di sodio è piuttosto limitata. Il trattamento sbiancante con la luce, cosiddetto *light bleaching*, è efficace solo su macchie di scarsa intensità cromatica [14]. Il trattamento a base di perossido di idrogeno (H_2O_2) presenta ulteriori inconvenienti, poiché in più di una occasione carte lavate, deacidificate e smacchiate in passato con questo metodo hanno ridato nel tempo formazione di macchie ancora più estese e intense: questo fenomeno è tuttora inspiegato e da indagare in modo approfondito. La letteratura sui trattamenti di deacidificazione e i trattamenti sbiancanti è vastissima [vedi ad es. 12] e le valutazioni sui diversi metodi non vengono prese in considerazione nel presente lavoro. A fronte di trattamenti di restauro non privi di rischi e che agiscono limitatamente alla valenza antiestetica delle macchie, è stata riscontrata la necessità di individuare un trattamento che conferisca alla carta maggiore resistenza alle infestazioni fungine: abbiamo riscontrato queste potenzialità nel propionato di calcio [15], di cui peraltro è nota la funzione deacidificante [16, 17]. Nell'ambito delle nostre sperimentazioni [18], tuttora in corso, questa sostanza si è rivelata utile ai fini di rallentare la crescita in vitro dei ceppi fungini isolati. Abbiamo buoni motivi per ritenere che un trattamento di restauro che utilizzi questa sostanza possa rivelarsi molto utile ai fini di ridurre notevolmente il rischio di ripresa della crescita fungina. Nei laboratori, in presenza di macchie di *foxing*, per stabilire l'origine biotica viene comunemente utilizzata la lampada a raggi U.V. Le nostre indagini però evidenziano che la presenza o assenza di fluorescenza non è

sufficiente per identificare in modo univoco l'origine biotica, in particolare quella fungina [18]. Scopo del nostro studio è proprio quello di individuare, attraverso metodologie non invasive quale l'analisi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy)*, un protocollo di indagine che consenta di discriminare tra degrado di origine biologico e/o chimico. Occorre ribadire come una conoscenza specifica dell'origine del degrado sia indispensabile ai fini di una corretta valutazione del danno e di un mirato intervento di restauro.

Materiali e metodi

Campioni cartacei sottoposti all'analisi e scelta delle macchie di foxing
In questo lavoro sono state selezionate macchie di *foxing* sviluppatesi su tipologie cartacee diverse: un campionario di carte giapponesi utilizzate comunemente per il restauro; una stampa litografica di Corbeille del 1974 con passepartout in cartone patinato con caolino e una stampa del 1818.
Una prima osservazione dei campioni selezionati è stata fatta in luce normale per fornire una descrizione morfo-cromatica delle macchie. Successivamente, i campioni sono stati esposti alla luce U.V. ("Wood light", strumento: Vilber Loumart, VL-15L, 15 W-365 nm, Tube Power 30 W) per verificare la conseguente risposta in fluorescenza. Quest'ultima procedura è stata messa a punto sulla base di indicazioni bibliografiche [5, 7, 11]. Ad un primo esame visivo in luce normale tutti i campioni, presentavano macchie diffuse di colore bruno-rossiccio più o meno pallido, riconducibili al biodeterioramento definito come *foxing.*
All'interno di ogni campione si sono quindi individuate e circoscritte un certo numero di macchie, in modo che fossero rappresentati i differenti gradi di colorazione in luce normale e di fluorescenza in luce U.V.

Analisi FTIR
Per l'analisi infrarossa è stato utilizzato uno spettrofotometro FTIR Perkin-Elmer Spectrum One, dotato di dispositivo ATR con cella a Seleniuro di Zinco e finestra in diamante di circa 1 mm di diametro. Le misure sono state effettuate direttamente sul materiale, nella regione tra 4000 e 550 cm-1, alla risoluzione di 4 cm-1 ed accumulando 10 scansioni per alzare il rapporto segnale/rumore. L'accessorio ATR utilizzato ha permesso l'analisi in maniera totalmente non distruttiva, a temperatura ed umidità relativa ambientale e senza alcuna manipolazione dei campioni o inglobamento in bromuro di potassio (KBr). Gli spettri ottenuti sono stati normalizzati in assorbanza tra 0 ed 1 nella zona delle impronte digitali (tra 1200 e 900 cm-1) con linea di zero a 3800 cm-1 e traslati lungo l'asse delle ordinate per permettere una migliore leggibilità, cosicché la scala di assorbanza non è riportata nelle figure.

Analisi al SEM
Quando possibile porzioni delle diverse tipologie cartacee con macchie di *foxing* sono state osservate al microscopio elettronico a scansione (SEM, Philips 515).

Isolamento e trattamento delle specie fungine
Si è proceduto all'isolamento di eventuali miceti e/o batteri dalle macchie selezionate. Il protocollo modificato utilizzato deriva da metodiche già efficacemente applicate sia su affreschi del XV secolo [19], sia su documenti cartacei antichi [11].
Si è provveduto a preparare piccoli tamponi in cotone racchiusi in garza, con un diametro di circa 7-8 mm, in modo che potessero essere maneggiati facilmente con una pinzetta e, nel contempo, coprissero un'area non troppo estesa. Dopo essere stati sterilizzati in autoclave a 120 °C, i tamponi, con l'ausilio di pinzette sterili, sono stati strofinati sulle macchie di *foxing*, poi sono stati poggiati sul terreno di coltura in capsule Petri, in tre differenti posizioni. Il tampone è stato lasciato all'interno della piastra in corrispondenza del terzo punto di appoggio, in altre parole sul terzo inoculo. Le capsule Petri utilizzate sono da 12 cm di diametro contenenti 20 ml di terreno di coltura. Per ogni macchia sono stati fatti inoculi in doppio su *Malt Extract Agar* (MEA) e su MEA addizionato con cloramfenicolo. Sono state considerate solo le colonie fungine sviluppatesi sui tamponi o in corrispondenza dei due punti di appoggio. L'isolamento è avvenuto attraverso il prelevamento dalle piastre ed il trapianto dei microfunghi in provetta su terreni specifici per l'identificazione dei diversi generi. L'identificazione delle specie isolate è stata condotta secondo le metodiche di Micologia classica, basate principalmente sull'osservazione dei caratteri micro e macro-morfologici e sulle diverse esigenze trofiche e fisiologiche dei funghi. Sono stati utilizzati testi e articoli monografici specifici [20, 21, 22, 23]. I funghi sono poi stati reinoculati su carta sterile Whatman e posti in condizioni di umidità e temperatura controllate al fine di verificare l'effettiva capacità, di ogni ceppo isolato e identificato, a svilupparsi su materiale cartaceo.
I funghi in coltura pura sono stati anche liofilizzati o trattati in forno a microonde (15', 750w) per l'analisi allo FTIR. I ceppi isolati e identificati sono depositati presso la micoteca di Torino MUT (*Mycoteca Universitatis Taurinensis).*

Risultati e discussione

Le carte giapponesi presentavano macchie di color caffelatte con anello fluorescente bianco oppure macchie color vinaccia, non fluorescenti. Nel primo caso sono stati isolati diversi ceppi fungini tutti riconducibili alla specie *Cladosporium tenuissimum* Cooke mentre nel secondo è stato isolato un unico ceppo di *Penicillium* sp. Per questi campioni è stato possibile sacrificare alcune porzioni di carta per analisi al SEM, che in entrambi i casi hanno rivelato la presenza di ife e conidi fungini più o meno abbondanti.
La stampa litografica del 1974 mostrava numerose macchie tutte della stessa tipologia, color vinaccia più o meno intenso, non fluorescenti, diffuse anche sul passepartout in cartone patinato con caolino. Diversi i ceppi fungini isolati riconducibili però sempre ad un'unica specie *Cladosporium sphaerospermum* Penz. Per le analisi al SEM è stato possibile analizzare solo un frammento di passepartout, ovviamente non la stampa, e sono state osservate ife e conidi (Figure 1e 2).

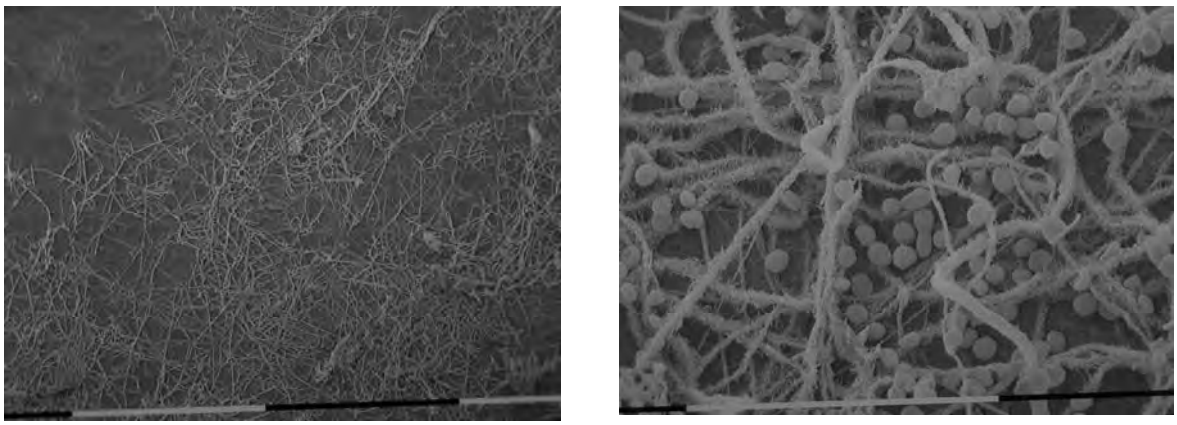


Figura 1 e 2. Ife e conidi fungini su passepartout della stampa del 1974 al SEM (barra = 100µm)

Sulla stampa del 1818 erano evidenti numerose macchie di due tipi: le prime giallastre debolmente fluorescenti e le altre caratterizzate da un alone fluorescente e dalla presenza di piccole masse fungine che apparivano in rilievo a luce radente. In questo caso non è stato possibile fare osservazioni al SEM. Sono stati isolati parecchi ceppi fungini riconducibili a diverse specie: *Aspergillus carneus* Blochwitz, *A. flavus* Link, *Cladosporium sphaerospermum* e *Paecilomyces variotii* Bainier.
Le specie a cui appartenevano i ceppi fungini trovati in tutti i campioni esaminati sono già state isolate a partire da materiale cartaceo [24, 25, 26] e vengono considerate come abituali biodeteriogene dei substrati cartacei. E' ormai opinione comune che non esistano specie fungine esclusive dei fenomeni di *foxing*, ma quelle che si riscontrano sono sempre accomunate da tendenze di osmofilia, osmotolleranza, e xerofilia, in grado quindi di adattarsi e degradare materiale cartaceo di diversa composizione [11, 18].
L'isolamento di microfunghi e l'individuazione al SEM di ife e conidi fungini indicano un'origine biotica delle macchie di *foxing* sulle diverse tipologie cartacee analizzate. Per confermare tale ipotesi sono state eseguite analisi FTIR di tutti i campioni presi in esame, confrontandole con i risultati di analisi eseguite su macchie tipo *foxing* di origine chimica e su ceppi fungini puri.
Lo spettro FTIR di campioni di cellulosa degradati da metalli pesanti (*foxing* chimico) è riportato in Figura 3. Nel campione trattato con una soluzione di $FeCl_3$ ed invecchiato naturalmente per 20 anni (Fig. 3,b) sono chiaramente riconoscibili le bande dovute all'ossalato di ferro (1615, 1310 e 795 cm-1), mentre il doppietto a 1050 e 1028 cm-1 indica la forte idrolisi subita dal campione. Le macchie di ruggine (ossi-idrossidi di ferro) sono caratterizzate (Fig. 3,c) da una larga assorbanza tra 1700 e 1500 cm-1 e dalla forte risalita dell'assorbanza tra 800 e 550 cm-1.
In Figura 4,a è riportato lo spettro FTIR di una macchia tipo *foxing* con leggero anello fluorescente. L'analisi rivela che si tratta di solfato di calcio (banda "ondulata" tra 3600 e 3300 cm-1; picco a 1610 cm-1; aumento della banda a 1120 cm-1). La Figura 4,b è relativa ad una macchia sempre di tipo *foxing* non fluorescente. La forte banda a circa 1616 cm-1 indica che si tratta di contaminazione da colla animale molto idrolizzata. La Figura 4,c indica una contaminazione da caseina (bande a 1628 e 1518 cm-1), con presenza di solfato di calcio, che ha dato luogo ad una macchia tipo *foxing* non fluorescente.
Gli spettri FTIR di ceppi fungini puri sempre isolati dal *foxing* (esemplificati nelle Figure 5 e 6) sono caratterizzati dalle bande dovute agli OH ed all'acqua assorbita (4000-3000 cm-1), ai i gruppi CH (3000 - 2900 cm-1), dalle bande proteiche del gruppo peptidico (1630 e 1530 cm-1), dalla componente polisaccaridica (1170 - 900 cm-1) ed in generale da una forte assorbanza diffusa tra 1700 e 550 cm-1.

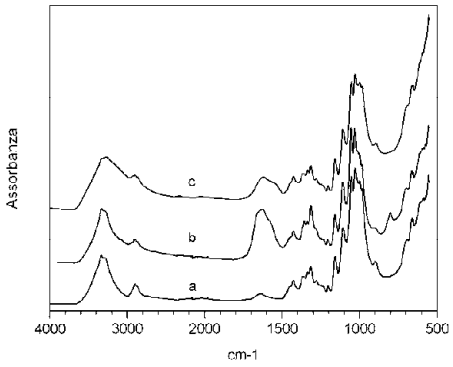


Figura 3. Spettri FTIR di carta (a) macchiata da $FeCl_3$ (b) e da ruggine (c).

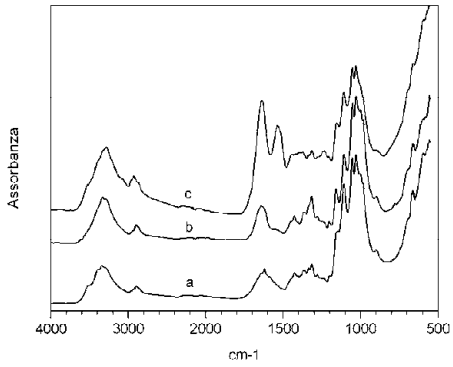


Figura 4. Spettri FTIR di macchie tipo *foxing* dovute a solfati (a), colla proteica (b) e caseina (c).

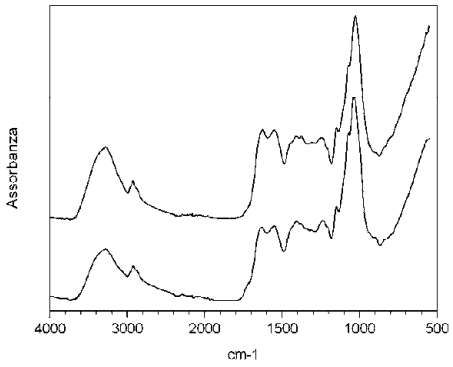


Figura 5. Spettri FTIR dei funghi *Cladosporium sphaerospermum* (in basso) e *C. tenuissimum* (in alto).

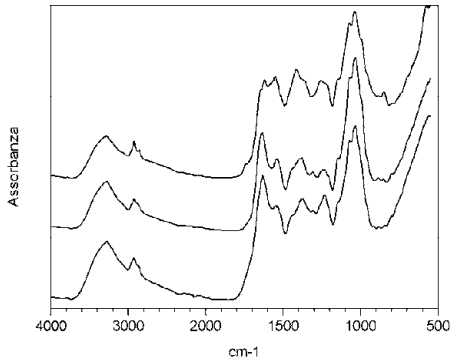


Figura 6. Spettri FTIR di funghi *Aspergillus carneus A. flavus*, *A.niger* (dal basso in alto).

Gli spettri FTIR delle macchie di foxing sulle carte esaminate in questo lavoro presentavano invece andamenti del tutto diversi. In Figura 7 sono riportati alcuni esempi relativi alla carta giapponese (Fig.7,a) con zone fluorescenti, ma senza imbrunimento visibile (Fig.7,b), macchie imbrunite con anello fluorescente (Fig.7,c) ed infine macchie imbrunite senza fluorescenza (Fig.7,d). L'evoluzione è caratterizzata dal progressivo aumento di due bande, una a circa 1550 cm-1 (gruppi ossidati coniugati) ed una a circa 1700 cm-1 (gruppi carbossilici), che evidenziano un meccanismo di degradazione diverso da quelli di origine chimica riportati nelle figure precedenti.

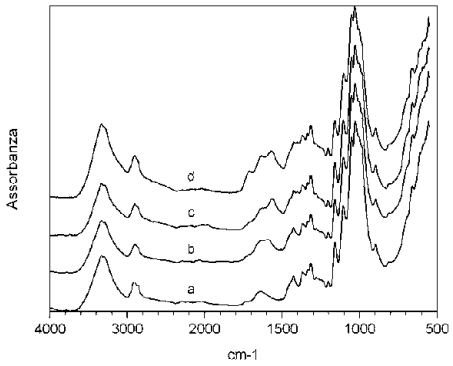


Figura 7. Spettri FTIR di *foxing* su carta giapponese (a), macchia fluorescente (b), macchia imbrunita con anello fluorescente (c) e senza anello fluorescente (d).

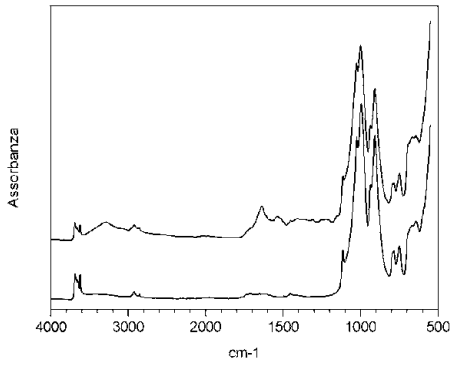


Figura 8. Spettri FTIR di *foxing* (in alto) su passepartout patinato con caolino (in basso) della stampa del 1974.

La Figura 8 è relativa al passepartout della stampa litografica del 1974 e rappresenta un caso abbastanza raro, in quanto il *foxing* si è sviluppato su una superficie non cartacea. La bassa assorbanza FTIR della patina a base di caolino nella regione tra 3600 e 1200 cm-1 ha permesso di evidenziare la copertura fungina superficiale, caratterizzata dalle bande a 1700, 1629 e 1516 cm-1 e dall' assorbanza diffusa tra 1400 e 1200 cm-1.

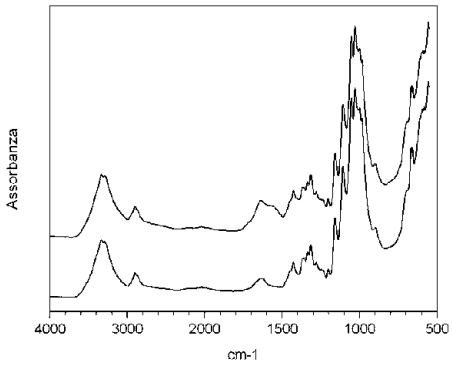


Figura 9. Spettri FTIR di *foxing* debolmente fluorescente (in alto) su stampa del 1818.

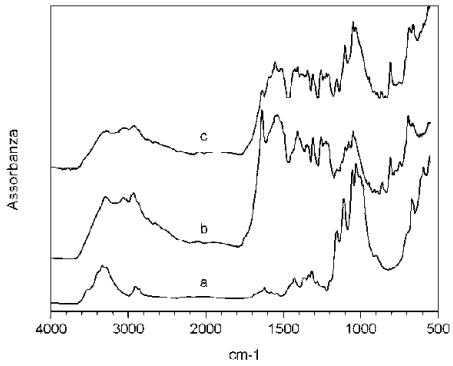


Figura 10. Spettri FTIR di masse fungine e relativi metaboliti (b,c) su stampa del 1818 (a).

Le Figure 9 e 10 si riferiscono alle macchie di *foxing* presenti sulla stampa del 1818. Le macchie giallastre debolmente fluorescenti (Fig.9) presentano uno spettro FTIR molto simile a quelli della Figura 7 con l'aumento della banda a circa 1550 cm-1 (gruppi ossidati coniugati). La Figura 10 presenta gli spettri FTIR delle zone macchiate da *foxing* con presenza di piccole masse fungine attive. E' evidente la differenza tra le zone con il solo solfato di calcio (Fig.10,a) e quelle macchiate da organismi biotici (Fig. 10,b e c), caratterizzate sia dallo spettro FTIR dei ceppi fungini che dall'andamento seghettato dei grafici, dovuto alla presenza di metaboliti.
Lo FTIR allo stato attuale delle nostre ricerche si è rivelata una tecnica utile per una classificazione delle macchie di *foxing*. In alcuni casi la presenza di funghi e dei relativi metaboliti è decisamente evidente così come il degrado del substrato cartaceo. In altri casi, invece, che pur rispondevano alle classificazioni macromorfologiche e fluorimetriche tipiche del *foxing* il diverso andamento degli spettri FTIR ha messo in evidenza l'origine non biotica della macchia.

Conclusioni

L'approccio multidisciplinare intrapreso in questo lavoro ha permesso di integrare in un quadro sufficientemente coerente le diverse ipotesi circa l'origine del *foxing*. La spettroscopia FTIR si è rivelata in grado di identificare macchie di *foxing* di origine abiotica (solfati, ossalati ecc.). Per le macchie di origine biotica da un lato è stato possibile identificare con certezza la presenza di funghi e relativi metaboliti, dall'altro è stata evidenziata una degradazione del supporto cartaceo con presenza di gruppi ossidati coniugati di origine ancora incerta. Le analisi microbiologiche hanno consentito di isolare ed identificare le specie fungine coinvolte nelle macchie di *foxing* biotiche. Ulteriori indagini sono in corso per poter consolidare tali risultati al fine di consentire la formulazione di idonei protocolli di conservazione e restauro.

Ringraziamenti
Profonda gratitudine ad Aurora Montemartini Corte per i preziosi consigli, a Carmela Sgrò e Iride Frare per l'insostituibile aiuto in laboratorio.

Bibliografia

1. Cain E., Miller B.A., "*Photographic, spectral and chromatographic searches into the nature of foxing*", Preprints American Institute for Conservation, 10th Annual Meeting, Milwaukee, 1982, 54-62.
2. Mori W., "*Foxing appears on books and other paper materials*", Biodeter. Cultural Property, 1992, 2, 305-319.
3. Bicchieri M., Ronconi S., Romano F.P., Pappalardo L., Corsi M., Cristoforetti G., Legnaioli S., Palleschi V., Salvetti A., Tognoni E., "*Study of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-X-ray fluorescence spectrometry and laser induced breakdown spectroscopy*", Spectrochim. Acta, 2002, Part B 57, 1235-1249.

4. Missori M., Righini M., Selci S., "*Optical reflectance spectroscopy of ancient papers with discoloration or foxing*", Opt. Commun., 2003, 231, 99-106.
5. Press R.E., *"Observations on the foxing of paper"*, Int. Biodeter. Biodegr. 1976, 48, 94-97.
6. Meynell G., Newsam R.J., *"Foxing, a fungal infection of paper"* Nature, 1978, 274, 466-468.
7. Nol L., Henis Y., Kenneth R.G., *"Biological factors of foxing in postage stamp paper"*, Int. Biodeter. Biodegr., 1983, 48, 98-104.
8. Arai H., *"Foxing caused by fungi: twenty five years of study"*, Int. Biodeter. Biodegr., 2000, 46, 181-188.
9. Gallo F., Pasquariello G., *"Foxing: ipotesi sull'origine biologica"*, Boll. Ist. Centrale di Patologia del Libro 1989, 43, 139-176.
10. Florian M.L.E., Manning L., "*SEM analysis of irregular fox spots in an 1854 book: population dynamics and species identification"*, Int. Biodeter. Biodegr. 2000, 46, 205-220.
11. Montemartini Corte, A., Ferroni, A., Salvo, V.S., *"Isolation of fungal species from test samples and maps damaged by foxing, and correlation between these species and the environment"*, Int. Biodeter. Biodegr., 2003, 51, 167-173.
12. Lièndardy A., Van Damme P.,*"Bibliographie-Desacidification-Blanchiment"* in *"Inter Folia"*, Institute Royal du Patrimoine Artistique, Bruxelles, 1989, 207-214.
13. Burgess H.D, *"The stabililisation of cellulosic fibres by borohydride derivates"*, in ICOM Committee for Conservation , 9th triennial Meeting, Pre prints, Los Angeles, 1990.
14. Schaeffer T.T., Blyth-Hill V., Druzik J. R., *"Aqueous light bleaching of paper: comparison of calcium hydroxide and magnesium bicarbonate bathing solution"*, J. Am. Inst. Conservation, 1996, 35, n°3, 219-238.
15. Dersarkissian M., Goodberry M., *"Experiments with non-toxic antifungal agents"*, Studies Conservation, 1980, 25, 28-36.
16. Zappalà Plossi M., *"Il propionato di calcio nella deacidificazione e stabilizzazione della carta"*, Cellulosa e Carta, 3, 1994, 53-58.
17. Bicchieri M., Monti M., Antonelli M.L., *"A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deacidification and reduction"*, in Apuente J. ed., S.l. "Proceedings of the 3rd International Conference on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin" Vol. I, Universitad de Alcalà, 2001, 276-280.
18. Zotti M., Ferroni A., Calvini P., *"Inhibition Properties of Simple Fungistatic Compounds on Fungi Isolated from Foxing Spots"* Restaurator (in stampa).
19. Luppi Mosca A.M., Sampò S., *"A study of fungi occurring on 15th century frescoes in Florence, Italy"* Int. Biodeter. Biodegr., 1989, 25, 343-353.
20. Pitt J.I., *"The Genus Penicillium and its teleomorphic states Eupenicillium and Talaromyces"* Academic Press, London, 1979.
21. Raper K.B., Fennell D.I., *"The genus Aspergillus"*, Krieger, Florida,1977,
22. Klich M.A., *"Identification of common Aspergillus species"*, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, 2002.
23. Ellis M.B.,*"Dematiaceous Hyphomycetes"*. Commonwealth Mycological Researches, Kew, 1971.
24. Nyuksha, P.Yu., *"The biodeterioration of papers and books"*, In *"Recent Advances in Biodeterioration and Biodegradation"*, Garg K.L., Garg N., Mukerji K.G., Naya Prokash, Calcutta (India), 1994, 1, 1-88.
25. Nyuksha, P.Yu., *"Biodeterioration of Paper and Books"*, The library of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 1994, 123-132.
26. Zyska B., *"Fungi isolated from library materials: a review of the literature"*, Int. Biodeter. Biodegr., 1997, 40, 43-51.

IL RUOLO DEGLI INCHIOSTRI METALLO-GALLICI NEI PROCESSI DEGRADATIVI DI MANOSCRITTI CARTACEI

Rodorico Giorgi[*], David Chelazzi[**], Piero Baglioni[***]

[*] Ricercatore, Università di Firenze, Dipartimento di Chimica e CSGI, via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Tel. +39 0554573050, E-mail: giorgi@csgi.unifi.it
[**] Studente post-doc, Università di Firenze, Dipartimento di Chimica e CSGI, via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Tel. +39 0554573049, E-mail: chelazzi@csgi.unifi.it
[***] Professore ordinario di chimica-fisica, Università di Firenze, Dipartimento di Chimica e CSGI, via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Tel. +39 0554573033, E-mail: baglioni@csgi.unifi.it

Abstract

Il degrado della cellulosa, promosso dalla presenza di ioni metallici costituenti gli inchiostri neri, rappresenta una seria minaccia per la conservazione dei documenti cartacei manoscritti. Questo contributo riporta i risultati sperimentali di uno studio teso ad individuare il ruolo che alcuni fattori giocano nella cinetica del processo degradativo. Il contenuto in rame (espresso come rapporto ponderale tra sale di rame e di ferro usato per la preparazione dell'inchiostro) ed il rapporto tra le quantità di *vetriolo* e l'acido tannico, sono stati variati nella preparazione di inchiostri per l'applicazione su campioni di carta a base di cellulosa pura. I campioni, sottoposti a cicli di invecchiamento accelerato, sono stati sottoposti ad indagini chimico-fisiche mediante misura del grado di polimerizzazione (DP), assorbimento di luce, microscopia elettronica (SEM) ed analisi delle temperature di pirolisi mediante termogravimetria differenziale (DTG).
L'indagine ha evidenziato comportamenti assai diversi in funzione dell'acidità del supporto e fornito preziose informazioni nell'ottica dello sviluppo e sperimentazione di sistemi capaci di inibire l'azione degradativa, di tipo ossidativo, promossa dagli ioni metallici.

Introduzione

Il problema del degrado promosso da inchiostri metallo-gallici interessa da diversi anni il mondo della ricerca scientifica **[1-3]**. E' esperienza condivisa che la degradazione catalizzata dalla presenza di ioni metallici sia progredita, in molti casi, in maniera talmente rilevante da compromettere la lettura dei manoscritti antichi **[4,5]**. Tra gli inchiostri, i ferro-gallici rivestono particolare interesse in quanto largamente utilizzati dal Medioevo fino al secolo scorso **[6]**.
Questo studio nasce dalla considerazione di alcuni dati di fatto: *in primis*, il frequente utilizzo, nei documenti antichi, di inchiostri ferro-gallici "non ben bilanciati" dal punto di vista composizionale **[7,8]**. Pare evidente da un semplice esame delle antiche ricette, che in passato l'inchiostro veniva "caricato" con un eccesso di solfato di ferro (vetriolo verde). Questa usanza si era diffusa certamente allo scopo di migliorare il risultato estetico, per ottenere un inchiostro più scuro e coprente. E' noto invece che il pirogallato di ferro, composto stabile di colore nero, si ottiene ad un rapporto stechiometrico ben preciso tra ione ferro ed acido gallico (precursore del pirogallato) **[9]**.
Un altro aspetto è stato bene evidenziato recentemente da alcuni studi che hanno mostrato con evidenza che documenti antichi sono stati realizzati utilizzando inchiostri che presentano percentuali non trascurabili di rame, potente catalizzatore del degrado auto-ossidativo della cellulosa **[6,10,11]**. A dispetto della rilevanza di tale risultato, il ruolo giocato dallo ione rame nel processo degradativo è poco studiato. La ricerca, infatti, di nuovi trattamenti per bloccare il fenomeno di corrosione della carta ad opera degli ioni metallici sono rivolti quasi esclusivamente al ferro **[12,13]**, con l'eccezioni di alcuni importanti casi **[14]**.
La nostra ricerca si è svolta pertanto secondo due direttrici: in primo luogo valutare la cinetica del degrado promosso dallo ione ferro in funzione del rapporto sale di ferro/acido gallico usato per la preparazione dell'inchiostro stesso; in secondo luogo, si è cercato di valutare l'entità e le modalità della degradazione della cellulosa promossa da inchiostri contenenti quantità significative di sali di rame.
La sperimentazione si è articolata attraverso varie fasi. Inizialmente ha riguardato la preparazione di inchiostri ferro-gallici a contenuto variabile in solfato di ferro, partendo dal rapporto ponderale solfato di ferro/noce di galla che spesso si riscontra nelle antiche ricette (generalmente 1:1) e via via diminuendo la percentuale di ferro fino al rapporto di 1:7. Tra questi particolare interesse riveste l'inchiostro preparato con il rapporto ponderale 1:4, perchè corrispondente al rapporto stechiometrico solfato di ferro/noce di galla, ovvero alla quantità minima di ferro sufficiente a portare a completamento la reazione di formazione del precipitato nero che costituisce l'inchiostro. I campioni realizzati con rapporti ponderali 1:2, 1:3, 1:4, 1:7 non trovano riscontro nella realtà storica degli inchiostri, ma sono serviti per analizzare il comportamento del ferro e per verificare o smentire la necessità di "caricare" il colore come avveniva in passato. Successivamente sono stati preparati inchiostri misti

utilizzando solfato di ferro (vetriolo verde) e rame (vetriolo azzurro) mescolati in diversa proporzione, assicurando lo stesso numero di moli di ione metallico caratteristico di un inchiostro ferro/gallico classico avente rapporto ponderale 1 a 1. Per la preparazione degli inchiostri ci siamo ispirati alle indicazioni contenute nel trattato *De atramentis cuiuscumque generis* del 1619 di Caneparius Pietrus Maria. Gli inchiostri così preparati sono stati stesi a pennello su carta Zecchi, una carta piuttosto resistente e di semplice composizione, preparata secondo l'antica tradizione fiorentina, fatta da stracci di cotone di grammatura 160g/m^2 e con pH neutro.
I campioni sono stati poi sottoposti ad invecchiamento accelerato (sia termico che idrotermico) ed il loro stato monitorato a vari tempi di invecchiamento, utilizzando diverse tecniche di analisi sperimentale. Sono state effettuate misure viscosimetriche, allo scopo di determinare il grado di polimerizzazione della cellulosa (DP) e quindi il suo degrado nel tempo, oltre ad analisi termiche (DTG) per la determinazione della temperatura di pirolisi della cellulosa. Il monitoraggio dell'imbrunimento assunto dai campioni è avvenuto mediante spettrofotometria nel campo del visibile con sfera di integrazione.

Sezione sperimentale

Gli inchiostri sono stati preparati secondo la ricetta ivi riportata, cui è stata apportata una significativa variazione: "*Si mescolino per quattro giorni 4 libbre di vino bianco, un bicchiere di aceto fortissimo e 2 once di galla fratturata. Poi si cuociano al fuoco fino all'evaporazione di un quarto di essi. Dopo si colino e alla collatura si può aggiungere due once di gomma arabica tritata e mescolando bene bene si rimetta al fuoco e si aggiungano 3 once di vetriolo romano tritato mescolando continuamente con un bastoncino finché sia quasi freddo. Quindi si riponga in una coppetta di vetro che deve essere tenuta ben riparata dalla luce e dall'aria. Dopo che sia stato tempo bello per tre giorni completi si coli e si usi*". Anziché 3 once di vetriolo, ne sono state utilizzate 2 così da avere un rapporto ponderale di 1:1 tra il sale di ferro e la noce di galla tritata. Il rapporto tra le quantità di noce di galla e solfato di ferro (vetriolo verde), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ è stato variato nel seguente modo:
campione 1:1 - rapporto ponderale sale di ferro/noce di galla 1:1
campione 1:2 - rapporto ponderale sale di ferro/noce di galla 1:2
campione 1:3 - rapporto ponderale sale di ferro/noce di galla 1:3
campione 1:4 - rapporto ponderale sale di ferro/noce di galla 1:4
campione 1:7 - rapporto ponderale sale di ferro/noce di galla 1:7
Gli inchiostri contenenti ione rame sono stati preparati assumendo lo stesso rapporto tra la quantità di sale del metallo e della noce di galla tritata (rapporto 1:1), ma modificando la composizione del sale variando la quantità di solfato di rame (vetriolo azzurro) rispetto al sale di ferro (espresso in percentuale), mantenendo lo stesso numero di moli complessive di ione metallico:
campione Cu 100% - 100% solfato di rame
campione Cu 90% - 90% solfato di rame, 10% solfato di ferro
campione Cu 50% - 50% solfato di rame, 50% solfato di ferro
campione Cu 10% - 10% solfato di rame, 90% solfato di ferro
campione Cu 0% (identico al "campione 1:1")
Si noti che il campione indicato come Cu 0h è equivalente al campione indicato come 1:1 (ottenuto cioè usando il solo solfato di ferro). Le noci di galla sono state fornite da Zecchi - Colori Belle Arti Restauro, Firenze.
Gli inchiostri sono stati stesi a pennello su campioni di carta artigianale Zecchi, (Zecchi - Colori Belle Arti Restauro, Firenze) preparata a partire da stracci di cotone, di grammatura 160g/m^2 e con pH neutro. Tale carta è caricata con carbonato di calcio in modo tale da ottenere una buona resistenza e una riserva alcalina.
L'analisi termogravimetrica differenziale dei campioni di carta (DTG) è stata effettuata in condizioni dinamiche, non isotermiche, utilizzando un apparecchio TA SDT Q600, con le seguenti condizioni sperimentali: intervallo di temperatura: 30-500ºC; peso del campione: 1-2 mg; velocità di riscaldamento: 10ºC/min; flusso N_2: 100 ml/min. L'errore sperimentale nella determinazione delle temperature nelle curve ottenute è di ±1°C.
Il grado di polimerizzazione (DP) dei campioni di carta è stato valutato mediante misure di viscosimetria, tramite dissoluzione in CED al 50%, secondo la norma internazionale standard (ASTM 04 243 1999 **[15]**); si è utilizzata l'equazione empirica $DP = K[\eta]^{\alpha}$, dove η è la viscosità intrinseca, K vale 1.5 e α vale 1, per il calcolo del DP.
I campioni sono stati sottoposti a due diverse tipologie di invecchiamento artificiale. Per l'invecchiamento idrotermico i campioni sono stati inseriti in stufa a 90°C e per ottenere un'umidità relativa del 75-80% è stata utilizzata una soluzione satura di KCl. I campioni sono stati invecchiati per circa 30 giorni ed a intervalli di tempo regolari sono stati campionati e sottoposti ad analisi viscosimetrica per la determinazione del DP, analisi termiche differenziali (DTG) e spettrofotometria con sfera di integrazione nel visibile. Per l'invecchiamento termico i campioni sono stati collocati in una stufa a 90°C e umidità relativa del 30%.
Sul retro di piccoli frammenti di carte inchiostrate sono state eseguite delle misure di assorbimento di luce nel visibile usando uno spettrofotometro Lambda 35 della PerkinElmer, dotato di sfera di integrazione. I campioni, sottoposti ai cicli di invecchiamento artificiale sono stati esaminati nel range spettrale 500 e 800 nm, utilizzando come spettro di background (operazione di "auto-zero") un campione di carta non inchiostrata invecchiato per lo

stesso numero di ore. Così facendo è stato possibile evidenziare l'area sottesa alla curva di assorbimento e stimare la quantità di luce assorbita dal campione; quindi le curve ottenute sono risultate indicatrici del grado di imbrunimento della carta stessa.

Risultati sperimentali

L'analisi dei valori di DP (grado di polimerizzazione) della cellulosa, acquisiti a tempi diversi di invecchiamento artificiale (in tabella 1 sono riportati quelli relativi all'invecchiamento idrotemico) hanno evidenziato un sensibile decremento già a seguito della semplice apposizione dell'inchiostro, tanto maggiore quanto maggiore è la quantità di sale di ferro utilizzato. Tale fenomeno è dovuto all'attacco acido conseguente alla formazione di acido solforico quale sottoprodotto della reazione di formazione del complesso nero, pirogallato di ferro **[2-4]**.
Per effetto dell'invecchiamento il DP è decresciuto sensibilmente in tutti i campioni ad ottenere dopo 30 giorni di invecchiamento una variazione del 45% per il campione di carta senza inchiostro e del 40% per l'inchiostro di composizione 1:7, assumendo quale valore iniziale quello al tempo zero (la variazione è del 45% se si considera il DP della carta senza inchiostro). L'inchiostro di composizione "ordinaria" (rispettoso cioè delle indicazioni riportate nella ricetta) mostra un decremento del 58% che sale al 66% rispetto al DP della carta Zecchi tal quale. Il campione di composizione 1:4, cioè avente una composizione vicina al corretto rapporto stechiometrico, mostra una colorazione nera omogenea e coprente, con effetti sul DP dovuti all'invecchiamento ed alla presenza dell'inchiostro quasi identici a quelli riscontrati per l'inchiostro 1:7 (di qualità estetica molto inferiore) che risulta essere il meno aggressivo per la cellulosa della carta.

	0 h	74 h	151 h	348 h	657 h
bianco	949	875	750	679	513
1:1	786	606	549	511	327
1:2	862	675	632	598	463
1:3	862	735	693	647	489
1:4	852	780	733	656	528
1:7	872	741	673	595	521

Tabella 1. Grado di polimerizzazione di campioni trattati con inchiostri "a diverso contenuto di ferro" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo idrotermico

	0 h	395 h	635 h
1:1	786	672	529
1:2	862	732	625
1:3	862	740	643
1:4	852	747	702
1:7	872	765	746

Tabella 2. Grado di polimerizzazione di campioni trattati con inchiostri "a diverso contenuto di ferro" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo termico

	ΔDP/h idrotermico	ΔDP/h termico
bianco	0,664	-
1:1	0,699	0,405
1:2	0,607	0,373
1:3	0,568	0,345
1:4	0,463	0,236
1:7	0,473	0,198

Tabella 3. Tasso di variazione del DP per campioni trattati con inchiostri "a diverso contenuto di ferro" e sottoposti ad invecchiamento artificiale

L'invecchiamento di tipo termico si è rivelato meno dannoso per la cellulosa come ben evidenziato dai valori riportati in tabella 2. Particolarmente interessante il confronto tra il tasso di variazione del DP per ore di invecchiamento, dal quale appare evidente quanto sopra riportato; inoltre è necessario notare che l'attacco acido prodotto dall'inchiostro manifesta tutta la sua azione in tempi molto brevi, conducendo a depolimerizzazione per idrolisi acida (si osservano variazioni dall'8% al 17% passando dall'inchiostro 1:7 a quello 1:1), senza poi

ripercuotersi in maniera consistente nel corso dell'invecchiamento artificiale. Infatti, il tasso di variazione del DP risulta nettamente inferiore per le carte inchiostrate con basso contenuto di ferro rispetto alla carta non inchiostrata (vedi tabella 3). I dati riportati in tabella 4 e 5 mostrano che la presenza di rame non pare modificare sensibilmente l'azione corrosiva dell'inchiostro. Si consideri che l'inchiostro di composizione Cu 0% è identico all'inchiostro ottenuto dal solo solfato di ferro (1:1) e che tutti gli inchiostri (con diverso tenore di ione rame) sono stati preparati nel rapporto ponderale 1:1 rispetto alla quantità di noce di galla. Sono da considerare pertanto tutti molto "aggressivi" in quanto non bilanciati rispetto al corretto rapporto stechiometrico. In sostanza non si apprezzano, almeno dal punto di vista del processo di depolimerizzazione, grandi differenze tra inchiostri ottenuti con solo sale di ferro e quelli ottenuti con solo sale di rame. Tale conclusione risulta suffragata anche dal confronto dei dati riportati nelle tabelle 3 e 6. Solo l'inchiostro costituito dal solo sale di rame (al 100%) mostra un tasso di variazione del DP sensibilmente più basso. Questo vale a prescindere dal tipo di invecchiamento artificiale cui sono stati sottoposti i campioni.

	0h	48h	151h	348h	657h
Cu 100%	706	600	559	437	369
Cu 90%	767	678	639	489	393
Cu 50%	791	727	587	489	393
Cu 10%	795	727	525	467	314
Cu 0%	784	730	606	518	327
Bianco	957	875	750	679	513

Tabella 4. Grado di polimerizzazione di campioni trattati con inchiostri "ferro/rame" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo idrotermico

	0h	400h	700h
Cu 100%	706	669	576
Cu 50%	791	687	576
Cu 0%	784	672	560

Tabella 5. Grado di polimerizzazione di campioni trattati con inchiostri "ferro/rame" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo termico

	ΔDP/h idrotermico	ΔDP/h termico
bianco	0,664	-
Cu 0%	0,696	0,320
Cu 10%	0,696	-
Cu 50%	0,606	0,307
Cu 90%	0,569	-
Cu 100%	0,513	0,186

Tabella 6. Tasso di variazione del DP per campioni trattati con inchiostri "ferro/rame" e sottoposti ad invecchiamento artificiale

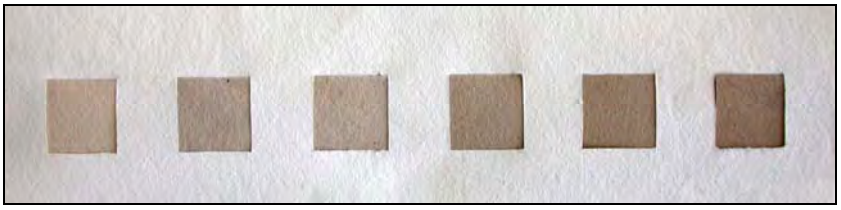
L'analisi termogravimetrica (mediante DTG) ha consentito di determinare la temperatura di pirolisi della cellulosa dei campioni di carta inchiostrata oggetto dello studio. Alcune ricerche in corso curate dagli aurori e solo in minima parte pubblicate **[16]** hanno evidenziato una correlazione tra le variazioni delle temperature di pirolisi e di grado di polimerizzazione per effetto di trattamenti chimici degradativi (per esempio per attacco acido con soluzioni di acido solforico). Anche in questo caso le misure sono state eseguite su microcampioni (1-2 mg) dopo l'apposizione dell'inchiostro sulla carta (tempo 0h in tabella) e ad intervalli di tempi regolari di invecchiamento artificiale. Le tabelle 7 e 8 evidenziano al tempo 0h delle variazioni piccole ma significative dovute verosimilmente anche in questo caso all'acido solforico sottoprodotto della reazione di formazione dell'inchiostro. Anche se il margine di errore sperimentale è attorno ad 1°C, le variazioni evidenziate da alcuni campioni, in particolare per gli inchiostri con rapporto ponderale 1:1 in ione metallo, paiono significative. Non si osservano variazioni importanti, invece, per effetto dell'invecchiamento. Unica eccezione per l'inchiostro di composizione 1:1 contenente solo ione ferro. Nonostante le differenze siano abbastanza piccole sembra vi possa essere un qualche influenza dovuta alla presenza di maggiori quantità di rame. Dopo circa 30 giorni di invecchiamento idrotermico il campione Cu 0% (quindi contenente ferro al 100%) mostra temperature più basse, indice di un più avanzato stato di degradazione.

	0 h	72 h	151 h	348 h	657 h
bianco	363 °C	365 °C	364 °C	364 °C	362 °C
1:1	355 °C	355 °C	355 °C	353 °C	351 °C
1:7	360 °C	360 °C	360 °C	361 °C	362 °C

Tabella 7. Temperatura di pirolisi della cellulosa di campioni trattati con inchiostri "a diverso contenuto di ferro" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo idrotermico

	0h	48h	151h	348h	657h
Bianco	363 °C	365 °C	364 °C	364 °C	362 °C
Cu 100%	358 °C	356 °C	355 °C	356 °C	360 °C
Cu 90%	358 °C	354 °C	355 °C	357 °C	359 °C
Cu 50%	356 °C	354 °C	355 °C	357 °C	359 °C
Cu 10%	355 °C	355 °C	356 °C	357 °C	354 °C
Cu 0%	355 °C	355 °C	355 °C	353 °C	352 °C

Tabella 8. Temperatura di pirolisi della cellulosa di campioni trattati con inchiostri "ferro/rame" e sottoposti ad invecchiamento artificiale di tipo idrotermico



Bianco Cu 100% Cu 90% Cu 50% Cu 10% Cu 0%

Figura 1. Verso delle carte inchiostrate invecchiate idrotermicamente a 657h

La figura 1 mostra, a tale proposito, che, a parità di tempo di invecchiamento, la carta osservata sul retro della stesura di inchiostro mostra un imbrunimento molto più pronunciato laddove è maggiore la quantità di ferro presente nella formulazione dell'inchiostro. L'imbrunimento si ritiene debba essere attribuito ad un maggiore avanzamento dei processi ossidativi riguardanti la cellulosa, la cui natura sembra da ricondursi a meccanismi radicalici, originati da ferro nello stato di ossidazione II ed ossigeno, attraverso la reazione di Fenton **[17]**.

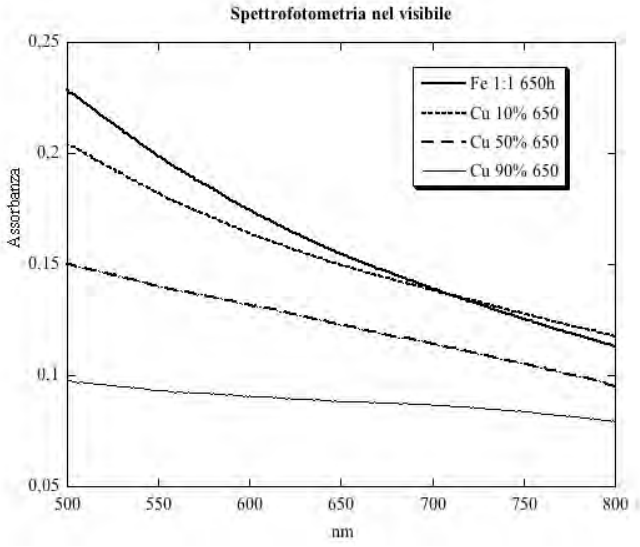


Figura 2. Verso delle carte inchiostrate invecchiate idrotermicamente a 657h

Mediante spettrofotometria nel visibile con sfera di integrazione è stato possibile ottenere una stima semiquantitativa del livello di imbrunimento della carta. Le analisi sono state eseguite direttamente sul singolo foglietto (dimensioni 2 cm x 2 cm) posto a contatto della sfera. Assumendo come background (auto-zero) lo spettro della carta non inchiostrata (che pure mostra un tenue imbrunimento) è stato possibile evidenziare la buona linearità tra la quantità di luce assorbita nell'intervallo spettrale esaminato ed il contenuto di ione ferro nella formulazione dell'inchiostro. Risulta oltremodo interessante quanto evidenziato in figura 3.

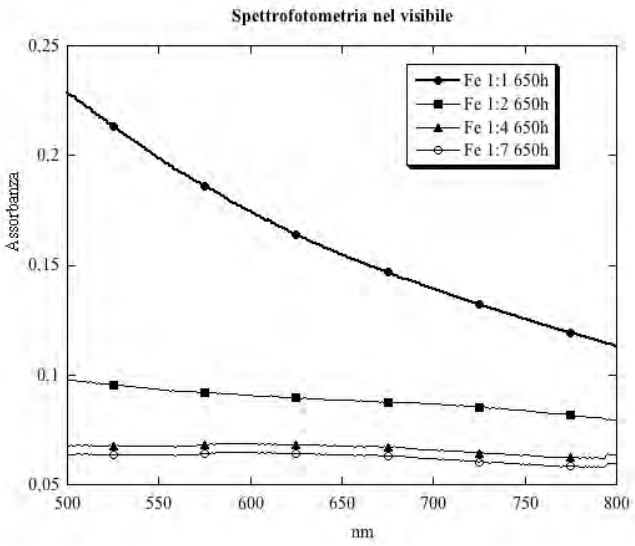


Figura 3. Verso delle carte inchiostrate invecchiate idrotermicamente a 657h

Solo il campione di composizione 1:1 e solo in piccola parte quello di composizione 1:2 mostrano assorbimento di luce e quindi cospicua colorazione. Gli inchiostri di composizione 1:3 e 1:4 (rappresentativi di inchiostri meglio bilanciati stechiometricamente e quindi senza ioni ferro in eccesso) non evidenziano apprezzabili assorbimenti. Considerando che lo spettro di questi inchiostri (sul fronte del foglio) risulta assai buono come omogeneità del colore, intensità e potere coprente anche dopo l'invecchiamento si deduce che tale inchiostri sarebbero stati assolutamente da preferire.

Conclusioni

La presenza di ioni rame negli inchiostri non deve essere sottovalutata perché la depolimerizzazione della cellulosa procede per effetto dell'invecchiamento artificiale con una velocità non molto diversa da quanto accade per inchiostri contenenti solo ione ferro. Pare altresì evidente che metalli diversi contribuiscano al degrado complessivo del manufatto secondo meccanismi verosimilmente diversi. Il cospicuo imbrunimento del retro dei fogli inchiostrati, favorito dalla presenza di elevate quantità di ione ferro, ne sono una importante esemplificazione. La necessità di bloccare l'azione degradativa di ioni liberi in eccesso, non legati cioè a formare pirogallato, è stata ulteriormente evidenziata. Tale azione risulta essere una minaccia molto grave per la preservazione del documento cartaceo. Si consideri peraltro che gli inchiostri preparati sono stati stesi su una carta spessa e caricata con carbonato di calcio ad ottenere un pH neutro e quindi una carta molto resistente all'attacco chimico. Ciononostante sono stati riprodotte le comuni patologie che si riscontrano sui documenti più degradati in appena 30 giorni di invecchiamento artificiale.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Claire Galea e Marta Silvestrini per il fondamentale contributo nella fase di esecuzione degli esperimenti e Pierandrea Lo Nostro per l'assistenza nelle misure. Per il contributo finanziario si ringrazia il Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase, CSGI, Firenze.

BIBLIOGRAFIA

1. InkCor- Stabilisation of Iron Gall Ink Containing Paper, Contract No. EVK4-CT-2001-00049; Ink Cor - Stabilization of iron gall ink containing paper; http://www.infosrvr.nuk.uni-lj.si/jana/Inkcor/index.htm (ultimo accesso giugno 2007)

2. Daniels Vincent, *"The chemistry of Iron Gall ink"*, in Proceedings of The Iron-gall Meeting" 4-5-September 2000, The University of Northumbria, Newcastle upon Tyne, p. 31-36.
3. Kolar Jana, *"Mechanism of Autoxidative Degradation of Cellulose"*, Restaurator, 1997, p. 163-176.
4. Banik Gerhard, *"Decay caused by Iron-gall Inks"*, in Proceedings of The European Workshop on Iron-gall Ink Corrosion, Museum Boijmans van Beuningen and Netherlands Institute for Cultural Heritage, Rotterdam and Amsterdam, 1997, p. 21-26
5. Wächter Otto, *"Die Tückischen metallischen Tinten"*, Maltechnik - Restauro, vol 4., 1987, p. 19.
6. Zerdoun-Bat-Yehouda Monique, *"Les Encres Noir du Moyen Age"*, Editions du CNRS, Paris, 1983.
7. Banik Gerhard, *"Decay Caused by Iron-gall Inks"*, in Proceedings of The Workshop on Iron-gall Ink Corrosion, Rotterdam, June 16 and 17, 1997, p. 22.
8. Neevel G. Johan, Mensch T. J. Cornelis, *"The behaviour of iron and sulphuric acid during iron-gall ink corrosion"*, in Proceedings of The 14th Triennal Meeting of ICOM, Lione 29 agosto - 3 settembre 1999, vol. 2, p. 528-533.
9. Krekel Christoph, *"Chemische Struktur historischer Eisengallustinten"*, in Tintenfraßschäden und ihre Behandlung, Stuttgart, 1999, p. 25-36.
10. Calvini Paolo, Gorassini Andrea, *"The Degrading Action of Iron and Copper on Paper. A FT-IR-Deconvolution Analysis"*, Restaurator, 2002, p. 205-221.
11. Kolar Jana, Strlic Matija, Budnar Milos, Malesic Jasna, Selih Vid Simon, Sminic Jure, *"Stabilisation of corrosive Iron Gall inks"*, Chim. Slov. 2003, 50, p.735-770.
12. Neevel G. Johan, *"Phytate: A Potential Conservation Agent for the Treatment of Ink Corrosion Caused by Irongall Inks"*, Restaurator, vol. 16, n. 3, 1995, p. 143-160.
13. Strlic Matija, Kolar Jana, Pihlar Boris, *"Some preventive cellulose antioxidants studied by an aromatic hydroxylation assay"*, Polymer Degradation and Stability, 2001, 72, 535-539.
14. Kolar Jana, Strlic Matija, *"Stabilisation of Alkaline Cellulose with Halides and Pseudo-Halides"*, Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, G. Baudin, J. Fellegi, G. Gellerstedt, S. Katuscak, I. Pikulik, J. Paris, (Ed.), Slovak University of technology, Bratislava, 2003, p. 422-423.
15. AA.VV., Cellulosa in soluzioni diluite-Determinazione dell'indice della viscosità limite-metodo che usa una soluzione di cupriletilendiammina (CED), Carta Unitex, norma UNI 8282, 1982
16. Chelazzi David, Giorgi Rodorico, Baglioni Piero, *"Nanotechnologies for the conservation of waterlogged wood: the Vasa case studies", in P*roceedings of The Heritage, Weathering and Conservation conference (HWC-2006); edited by R.Fort, M.Alvarez de Buergo, M.Gomez-Heras & C.Vazquez-Calvo, Taylor & Francis/A.A.Balkema Publishers, London, 2006, p. 797-802.
17. Fenton Henry John Horstman, *"On a new reaction of tartaric acid"*, Chemical News 1876, 190, p. 33.

INTERVENIRE SULL'INCHIOSTRO METALLO-GALLICO: LA SPERIMENTAZIONE DEL FITATO DI CALCIO

Emanuela Spera

Restauratrice di opere d'arte su carta e pergamena, diplomata Opificio delle Pietre Dure, via Montallegro 7, 16145, Genova, 340.157.60.39, manu_spera@yahoo.it

Abstract

L'inchiostro metallo-gallico è il prodotto di una reazione chimica ben precisa.
La soluzione che penetra tra le fibre della carta forma con l'aria un composto insolubile che, a differenza degli altri inchiostri esistenti (inchiostro di carbone, inchiostro di China, bistro, seppia etc.), non è possibile rimuovere né con l'acqua, né tramite l'azione meccanica del bisturi. L'inchiostro penetra talmente tra le fibre, da diventare parte integrante di esse, con l'effetto conseguente di bruciarle e corroderle, deteriorando il substrato cartaceo irreparabilmente.
Il degrado dell'inchiostro metallo-gallico è dato da due processi chimici: *l'ossidazione* dei radicali cellulosici e *l'idrolisi acida* della cellulosa. Intervenendo su entrambi i processi chimici è possibile arrestare il degrado dell'inchiostro.
Questo è uno studio approfondito sull'analisi della natura dell'inchiostro metallo-gallico e sui fenomeni di degrado, accompagnato alla sperimentazione di un trattamento specifico in grado di agire puntualmente sulle cause. E' stato utilizzato un sistema di intervento che associa un agente chelante ad una soluzione deacidificante: il *fitato di calcio* e il *bicarbonato di calcio*.

Introduzione

Nell'ambito di biblioteche e di collezioni sia pubbliche che private, è molto frequente ritrovare codici manoscritti, documenti e opere d'arte su carta realizzate ad inchiostro, che presentano uno stato di degrado molto avanzato.
L'oggetto appare imbrunito e fragile, particolari aloni scuri si concentrano attorno all'inchiostro e spesso in prossimità del tratto sono presenti lacune e perdite di materiale cartaceo. In presenza di queste situazioni di degrado è facilmente ipotizzabile che l'oggetto sia stato realizzato con inchiostro metallo-gallico.

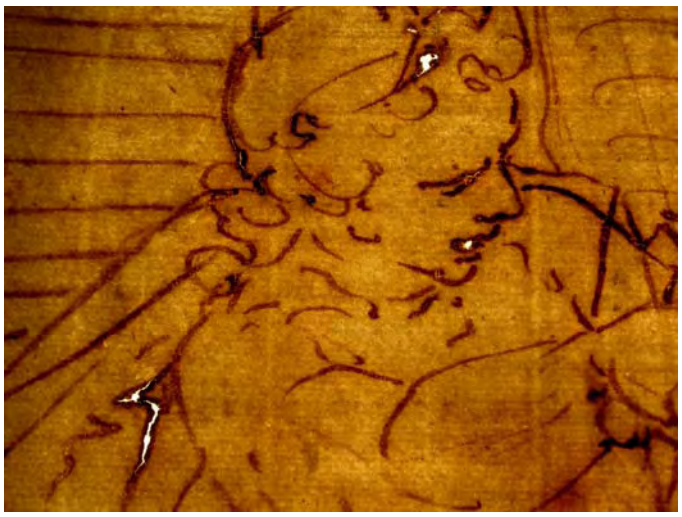


Figura 1. Caratteristici fenomeni di degrado dell'inchiostro metallo-gallico

L'inchiostro metallo-gallico è sicuramente il medium scrittorio maggiormente utilizzato nei secoli e la prima ricetta della sua preparazione, risalente all'XI secolo, è riportata nel *Diversarum Artium Schedula* di Teofilo.
Per via della facile reperibilità degli ingredienti, ma soprattutto per la sua difficile removibilità dal substrato cartaceo, a differenza dell'inchiostro di carbone, l'inchiostro metallo-gallico si diffuse con estrema gradualità in tutto il mondo, rimanendo in auge fino al XX secolo. Per questa motivazione esiste una così grande quantità di materiale realizzato con questa tecnica che, di conseguenza, presenta evidenti segni di degrado.
Il problema dell'inchiostro metallo-gallico è conosciuto da tempo, ma per troppi anni la causa del degrado è stata erroneamente imputata al solo fenomeno dell'acidità. Solo dall'inizio degli anni '90 questo problema è stato

avvertito come una grave minaccia, capace di mettere a repentaglio il nostro patrimonio storico-artistico e che necessitava di uno studio approfondito **[1]**.
Analizzare il problema alla radice, esaminando le reazioni chimiche che lo scatenano e le situazioni fisiche che lo favoriscono, è l'unico approccio possibile al fine di trovare un rimedio a questo fenomeno che, troppo spesso, è causa di perdita di oggetti di inestimabile valore.

La chimica dell'inchiostro metallo-gallico

In bibliografia sono riportate centinaia di ricette per la preparazione dell'inchiostro metallo-gallico che differiscono tra loro sia per gli ingredienti utilizzati che per le dosi con cui questi venivano combinati tra loro. I vari ingredienti, quali aceto, zucchero, colla di pesce, vino etc. compaiono in percentuali differenti assieme ai quattro componenti primari ed essenziali per la formazione dell'inchiostro: il **tannino**, il **vetriolo**, la **gomma arabica** e l'**acqua**.
Senza tannino e vetriolo non avviene reazione chimica e pertanto non è possibile parlare di inchiostro metallo-gallico.
Il **tannino** è una sostanza proveniente dal regno vegetale; la fonte di tannino più utilizzata fu nei secoli senza dubbio la noce di galla e, precisamente, la galla d'Aleppo. Le noci di galla sono piccole escrescenze che si formano sulle cortecce e sui rami degli alberi a seguito della puntura di un insetto, la vespa di galla, che deposita le uova all'interno della pianta. Dalla bollitura delle noci si estrae il tannino, dal quale si ottiene l'acido gallico che, come vedremo, è uno dei reagenti che partecipa alla formazione dell'inchiostro.
Il **vetriolo** è una sostanza minerale ottenuta per estrazione dalla pirite. Essa contiene solfato di ferro ($FeSO_4$) e solfato di rame ($CuSO_4$) e, dipendentemente dall'abbondanza del primo o del secondo sale, nelle ricette viene riportato il termine "vetriolo verde" o "vetriolo blu".
La **gomma arabica** è una gomma vegetale ottenuta per naturale trasudazione dall'albero di Acacia. Essa veniva utilizzata nella produzione dell'inchiostro come agente di sospensione per le particelle insolubili, rendendo inoltre l'inchiostro più fluido, più brillante e dal colore più intenso.

La sostanze che partecipano alla reazione chimica nella formazione dell'inchiostro metallo gallico sono l'acido gallico, contenuto nel tannino, e il solfato di ferro, contenuto nel vetriolo. Queste due sostanze se mescolate tramite un solvente – l'acqua –, formano un complesso incolore chiamato gallato di Fe^{2+}, con la liberazione di acido solforico. La reazione è riportata in Figura 2.



Figura 2. Reazione dell'acido gallico con il solfato di ferro.
La reazione produce gallato di ferro e acido solforico.

Il gallato di ferro, a seguito dell'esposizione all'aria, si ossida immediatamente formando un complesso di Fe^{3+}, il pirogallato di ferro, dal colore nero-violetto e completamente insolubile in acqua, ossia l'inchiostro metallo-gallico.

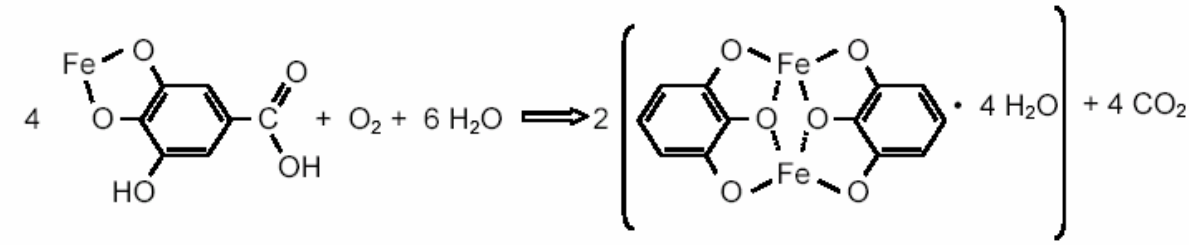


Figura 3. Il Gallato di Ferro ossidando dà luogo al Pirogallato di Ferro
con la produzione di Anidride Carbonica

Le cause del degrado dell'inchiostro sono da ricercare nelle reazioni che avvengono al momento della formazione: la prima causa è l'eccesso di *acido solforico*, il quale produce l'idrolisi acida **[2]** della cellulosa (1), mentre la seconda è l'eccesso di *ioni* Fe^{2+} *e* Cu^{2+} che scatenano il fenomeno dell'ossidazione **[3]** dei radicali cellulosici (2).

(1) L'acido solforico libera ioni H^+:

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

con il conseguente abbassamento del pH che porta col tempo alla depolimerizzazione delle catene cellulosiche. Fisicamente il danno consiste in perdita di elasticità, scarsa resistenza e frammentazione della carta.

(2) L'eccesso di solfato di ferro che durante la formazione dell'inchiostro non reagisce con l'acido gallico, libera ioni Fe^{2+} che catalizzano il processo di ossidazione:

$$Fe^{2+} + HOO\bullet + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O_2$$
$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow HO\bullet + OH^-$$
$$R\bullet + O_2 \rightarrow ROO\bullet$$

Il radicale idrossilico ($OH\bullet$) è una tra le specie radicaliche conosciute più reattive; è in grado di scatenare all'interno della catena cellulosica reazioni che comportano la rottura dei legami e il conseguente degrado della cellulosa.

L'identificazione dell'inchiostro metallo-gallico

Le manifestazioni di degrado tipiche dell'inchiostro metallo-gallico rendono semplice il lavoro di identificazione della tecnica esecutiva; non sempre però il danno si manifesta palesemente, o non si manifesta affatto e l'inchiostro può essere erroneamente individuato come bistro, seppia o nero-fumo.
Per questa ragione è di estrema importanza, laddove possibile, effettuare delle indagini diagnostiche non invasive al fine di riconoscere la natura dell'inchiostro con esattezza. Le tecniche in grado di riconoscere l'inchiostro metallo-gallico sono:

1) l'indagine all'infrarosso falso colore (*IR-Fc*);
2) l'indagine di fluorescenza a raggi X (*XRF*);
3) l'indagine tramite le *Non-bleeding testing strips.*

IR-Fc consiste nella sovrapposizione di un'immagine digitale a colori con una ripresa tramite riflettografia in infrarosso. Il risultato è una terza immagine a colori che mette in evidenza ciò che la riflettografia in infrarosso indaga nel disegno. A differenza degli altri inchiostri esistenti, l'inchiostro metallo-gallico ha la caratteristica di non assorbire la radiazione IR, ma di rifletterla: in questo modo l'inchiostro metallo-gallico, appare rosso nell'immagine IR-Fc, mentre gli altri inchiostri, assorbendo completamente la radiazione, rimangono invariati.
L'inchiostro metallo gallico è chiaramente individuabile, in quanto il colore vira al rosso (Figura 4.)



Figura 4. Immagine al visibile (sinistra) e immagine IR-Fc (destra) di un inchiostro metallo-gallico

La tecnica all'*XRF* è un'indagine non invasiva che indaga la composizione elementare dei materiali, evidenziando l'eventuale presenza di metalli pesanti come Fe, Cu, Zn, Pb, Ni etc.
L'inchiostro metallo-gallico è l'unico che mostra una considerevole presenza di metalli pesanti nella sua composizione, pertanto il rilevamento di tali elementi è indice univoco della sua natura.
Gli elementi riscontrabili sono, come detto, vari metalli pesanti in diverse percentuali, dove però ferro e rame in concentrazioni decisamente maggiori rispetto agli altri elementi (Zn, Pb, Ni etc.). Quest'ultimi sono da considerarsi il più delle volte impurità presenti nel vetriolo.

L'indagine tramite le *Non-bleeding testing strips* è un test innovativo per il riconoscimento dell'inchiostro metallo-gallico in quanto è pratico, semplice ed economico. Il test consiste in piccole strisce di carta imbevute di un reattivo, in grado di rivelare la presenza di ioni Fe^{2+} e Cu^{2+} all'interno dell'inchiostro.
La striscetta viene attivata con due gocce di acqua bidistillata, viene messa a contatto con l'inchiostro e in presenza di ioni metallici il test dopo 30 secondi ha esito positivo.
Esistono due tipi di *Non-bleeding testing strips*: il test rivelatore del ferro che ha esito rosso (Figura 5.) e il test rivelatore del rame che ha esito blu **[4]**.



Figura 5. Test di rivelazione della presenza del ferro con le *Non-bleeding testing strips.*

Una volta identificato con certezza, l'inchiostro metallo gallico può essere indagato anche dal punto di vista conservativo: tramite l'indagine *UV* è possibile evidenziare lo stato di conservazione del documento.
Spesso infatti ad occhio nudo può sembrare che l'opera o il documento si trovi in uno stato di buona conservazione, quando invece il degrado ha già cominciato il suo corso: questa indagine mette in evidenza lo stato di degrado dell'inchiostro, mostrando visibili aloni fluorescenti attorno al tratto ed evidenziando sul verso del foglio esattamente l'immagine speculare del tratto di inchiostro (Figura 6.)

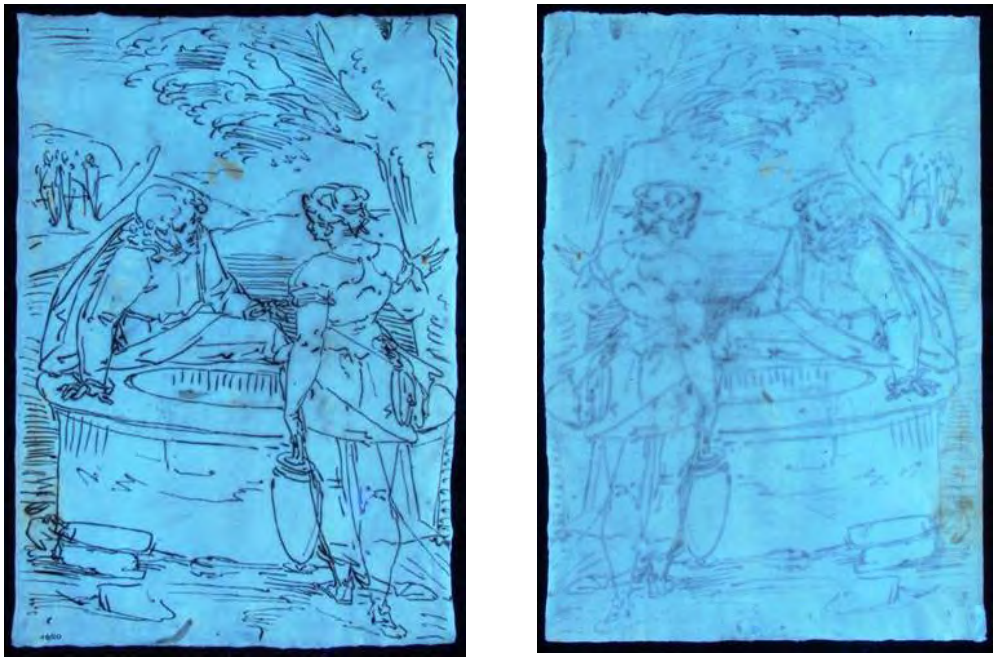


Figura 6. Indagine XRF. Sul verso del foglio (destra) è chiaramente visibile il disegno.

La sperimentazione del fitato di calcio

Lo scopo di questo studio approfondito sulla natura dell'inchiostro metallo-gallico è quello di conoscere le cause che determinano il suo deterioramento al fine di sperimentare un trattamento specifico in grado di agire puntualmente su di esse.
E', quindi, necessario intervenire contemporaneamente sia sull'idrolisi acida che sull'ossidazione. A questo scopo è stato quindi utilizzato un sistema di intervento che associa un agente chelante **[5]** ad una soluzione deacidificante: il *fitato di calcio* e il *bicarbonato di calcio*.
Il fitato di calcio è un sale dell'acido fitico che ha potere chelante, cioè la capacità di catturare gli ioni metallici liberi presenti nell'inchiostro, responsabili del processo di ossidazione.
L'acido fitico ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) reagendo con un sale del calcio forma il **fitato di calcio** ($C_6H_{16}CaO_{24}P_6$).
Il fitato, a contatto con gli ioni, reagisce con essi, creando un sale altamente stabile e insolubile, il complesso Fe^{2+}- fitato (Figura 7.).

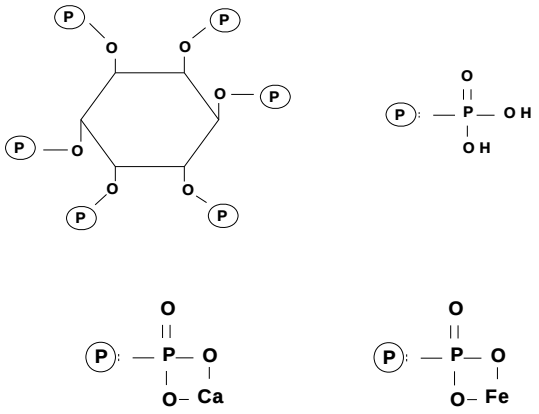


Figura 7. Sopra. Struttura molecolare dell'acido fitico.
Sotto a sinistra. Struttura molecolare del fitato di calcio.
Sotto a destra. Struttura del complesso Fe^{2+}- fitato.

Il solo trattamento con il fitato, però, non è sufficiente ad assicurare una buona stabilità chimica della carta; per completare il trattamento è necessario effettuare sempre un processo di deacidificazione. Associando al trattamento una soluzione deacidificante di bicarbonato di calcio, il processo di corrosione dell'inchiostro viene effettivamente contrastato. Il bicarbonato di calcio, a pH=7,5 e quindi non aggressivo, assicura una buona riserva alcalina, prevenendo così l'eventuale futuro deterioramento.

La sperimentazione del trattamento è stata effettuata su cinque campioni manoscritti ad inchiostro metallo-gallico, senza alcun interesse storico-artistico. Preventivamente all'intervento sono state effettuate le indagini non invasive al fine di riconoscere con esattezza la natura e la composizione degli inchiostri.
I campioni sono stati tagliati ciascuno in tre parti: una parte non ha subito trattamento rappresentando, a fine procedura, il termine di paragone con i campioni trattati; una parte ha subito il trattamento per immersione, che è consistito in due bagni successivi di 20 minuti ciascuno, nelle due soluzioni del trattamento; l'ultima parte è stata trattata per nebulizzazione delle due soluzioni su tavolo aspirante, per controllare al meglio il procedimento.
Il trattamento per immersione è consistito in:

- un bagno veloce in alcool etilico 100%, per bloccare la solubilità degli inchiostri;
- un bagno veloce in soluzione a pH=7 di acqua deionizzata e alcool etilico al 50%, per abbassare la tensione superficiale e limitare la possibilità di danno meccanico;
- un bagno in soluzione di fitato di calcio **[6]** e alcool etilico al 50% per 20 minuti;
- un bagno in soluzione di bicarbonato di calcio e alcool etilico al 50% per 20 minuti;
- asciugatura su carte assorbenti.

A seguito del trattamento sono state ripetute le indagini al fine di confrontare i risultati.
L'analisi con il *Non bleeding testing strip* ha dimostrato che il trattamento ha eliminato gli ioni metallici in eccesso:

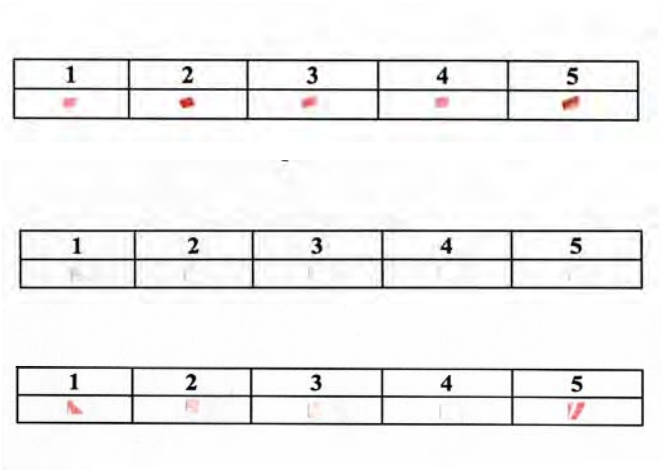


Figura 8. Confronto dei test. Dall'alto: Prima del trattamento;
Dopo il trattamento per immersione; Dopo il trattamento per nebulizzazione

Le indagini effettuate a seguito del trattamento dimostrano un considerevole abbassamento del valore di ioni ferro e rame e un incremento di valore di pH, il quale in tutti i cinque casi si stabilizza attorno a valori neutri.
A seguito del trattamento i campioni sono stati invecchiati artificialmente al fine di valutare l'effetto del trattamento con fitato di calcio e bicarbonato di calcio a lungo termine, tramite irraggiamento di raggi UV e all'interno di una fonte di calore a 60°C per 12 giorni.
Le variazioni sono state valutate tramite misurazioni colorimetriche effettuate prima e dopo il trattamento. La tabella riportata ci illustra come i campioni trattati con fitato di calcio e bicarbonato di calcio abbiano subito una variazione colorimetrica inferiore rispetto a quelli non trattati, il che ci dimostra, come gli altri risultati, l'efficacia del trattamento.
E' importante sottolineare che tale procedura è assolutamente in via di sperimentazione e, pertanto per poter essere utilizzata su oggetti di interesse storico-artistico, è necessario attendere ulteriori conferme della sua validità.

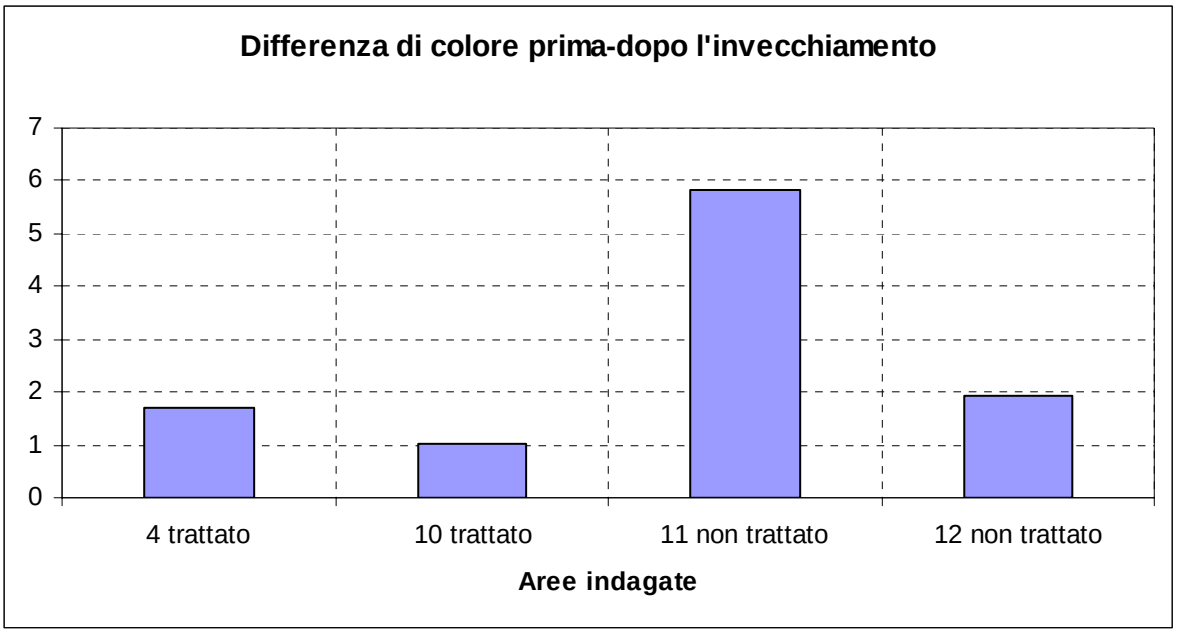


Figura 9. Differenze colorimetriche effettuate sui campioni n° 4, 10, 11, 12.
E' evidente come i campioni trattati (n° 4 e 10) abbiano subito una variazione di colore inferiore rispetto ai campioni non trattati (n° 11 e 12).

NOTE

[1] Dal 1993 uno studio sistematico e scientifico del problema viene portato avanti da due *equipe* di studiosi che lavorano tramite un approccio interdisciplinare: l'*Ink Corrosion Project* condotto ad Amsterdam dal *Netherlands Institute for Cultural Heritage* e il progetto *InkCor* condotto all'Università di Lubiana in Slovenia**.**
[2] Il processo di *idrolisi* consiste nella scissione delle varie molecole di monosaccaride, causata dalla rottura del legame β-glucosidico. Questo processo è detto anche *depolimerizzazione.*
[3] *L'ossidazione* è una particolare reazione chimica che causa la perdita di uno o più elettroni ad un atomo o un gruppo di atomi; è così chiamata perché l'agente più diffuso che ha la proprietà di agire in tal senso è l'ossigeno.
[4] Le *"Non bleeding* Cu^{2+} *testing strips",* non sono ancora disponibili sul mercato, ma sono stati utilizzati durante questo lavoro grazie alla gentile concessione degli studiosi olandesi del *Netherlands Institute for Cultural Heritage*
[5] Sostanza le cui molecole a catene ramificate danno complessi con i metalli pesanti, bloccando la loro azione degradante.
[6] Il procedimento per la preparazione delle soluzioni mi è stata gentilmente suggerita da S. Choi, restauratrice presso il Conservation Center for Art and Historic Artifact (CCAHA).

BIBLIOGRAFIA

1. G. Banik, *Decay caused by iron-gall inks,* in: "Iron-gall ink corrosion: proceedings European workshop, Rotterdam", 1997, p.21-26.
2. G. Banik, G. Kolbe, J. Wouters, *Analytical procedures to evaluate conservation treatment of iron-gall ink corrosion,* in: "La conservation à l'ère du numérique: actes des quatrièmes journées internationales d'études de l'ARSAG, Paris 27-30 mai 2002, ed. ARSAG", Parigi, 2002**,** p.205-217.
3. D. Carvalho, *Forty centuries of ink,* The bank law publishing Co., New York, 1904**.**
4. S. CHOI, M. ZINSMEISTER, *Introducing Calcium Phytate and Calcium Bicarbonate in the treatment of historically significant 18th century American Iron Gall Ink manuscripts,* in: "MIP - 2nd Iron Gall Ink Meeting", 2006**,** p.35-37**.**
5. F. Crea, P. Crea, A. de Robertis, S. Sammartano, *Speciation of phytate ion in acqueous solution. Characterisation of Ca-phytate sparingly solubile species,* in: "Chemical Speciation and Bioavailability", n°16, 2004, p.53-59.
6. S. Fleischer, K. Scheper, B. Reißland, F. Den Dubbelden-Coevert, I. Joosten, P. Hallebeek, *Calcium Phytate treatment optimization of the treatment procedure,* in: "MIP - 2nd Iron Gall Ink Meeting", 2006**,** p.59-60.

7. C. James, *The evolution of iron-gall ink and its aesthetical consequences*, in: "The iron-gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprint / Brown (ed.); Newcastle upon Tyne: University of Northumbria", 2000**,** p.13-22.
8. I. Kecskeméti, M. Seppala, *False-Colour Infrared (FCIR) imaging with standard digital camera*, www.evtek.fi/design/programmes/conservation, 2005**.**
9. J. Kolar, M. Strlic, M. Budnar, J. Malesic, V.S. Selih, J. Simcic, *Stabilisation of corrosive iron gall inks*, in: "Acta Chim. Slov.", n°50, 2003**,** p.763-770.
10. J. Kolar, M. Strlic, *Evaluating the effects of treatments on iron gall ink corroded documents: a new analytical methodology*, in: "Restaurator", vol 25 n°2, 2004**,** p.94-103.
11. M. Marchesi, *Multispectral Investigation on a Leonardo da Vinci drawings*, in: "MIP - 2nd Iron Gall Ink Meeting", 2006**,** p.72-75.
12. C. Mitchell, T.C. Hepworth, *Inks - their composition and manufacture*, Griffin e Company Ldt., [s.l.], 1916.
13. J.G. Neevel, *Phytate: a potential conservation agent for the treatment of ink corrosion caused by iron gall ink*, in: "Restaurator", n°16, 1995**.**
14. J.G. Neevel, B. Reißland, *The Ink corrosion project at the Netherlands institute for cultural Heritage - a review*, in: "Iron-gall ink corrosion: proceedings European workshop, Rotterdam", 1997**,** p.37-45.
15. L. Pezzati, *Indagini riflettografiche: La Vergine delle Rocce*, www.cnr.it.
16. V. Quillet, C. Remazeilles, J. Bernard, N. Buisson, S. Bouvet, T.P. Nguyen, M. Eveno, *Dégradation du papier provoquées par l'emploi de verts de cuivre : test sur des éprouvettes de laboratoire d'un traitement de restauration à base d'acide phytique et de carbonate de calcium*, in: "La conservation à l'ère du numérique: actes des quatrièmes journées internationales d'ètudes de l'ARSAG, Paris, 27-30 mai 2002", 2002**,** p.218-232.
17. B. Reißland, *Ink corrosion: aqueous and non-aqueous treatment of paper object. State of the art*, in: "Restaurator", vol. 20 n°3-4, 1999, p.167-180.
18. B. Reißland, *Iron-gall ink corrosion: progress in visible degradation*, in: "Contributions to conservation: research in conservation at the Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN) / Mosk (ed.); Tennent (ed.); London: James&James", 2002**,** p.113-118**.**
19. M.C. Sistach Aguera, *Structure of paper fibres in ancient manuscripts: acidic decomposition and deacidification*, in: "Restaurator", vol.17 n°2, 1996**,** p.117-129.
20. M.C. Sistach Anguera, J. Gibert, R. Areal, *Ageing of laboratory iron-gall inks studied by reflectance spectrometry*, in: "Restaurator", vol. 20 n°3-4, 1999**,** p.151-166.

I TESORI NASCOSTI DI PALAZZO PITTI
RESTAURO DI UN DIPINTO CINESE SU CARTA DELLE COLLEZIONI LORENESI

Elisabetta Polidori

Restauratrice di opere d'arte su carta e pergamena - via Adige, 64 00198 Roma - tel: 339 89 99 079 – e-mail: elisabetta_polidori@yahoo.it

Abstract

L'arte orientale è un campo che in Italia ha generalmente sofferto di poco spazio ed attenzione, forse perché l'importanza della storia dell'arte nazionale ha da sempre, a torto o ragione, catalizzato l'attenzione di critici e pubblico. Eppure è proprio a Firenze, all'interno di alcuni dei baluardi dell'identità italiana e fiorentina, come le ville medicee, che si nascondono importanti nuclei d'arte orientale ed in particolare cinese.
In occasione della tesi di fine corso presso l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, mi sono occupata del restauro di un dipinto cinese su carta della seconda metà del XVIII secolo **(fig. 1**), appartenente ad una vasta collezione attualmente conservata nei depositi della Galleria Palatina di Palazzo Pitti. Il restauro aveva come scopo finale quello di individuare una linea di intervento "pilota" da poter applicare in futuro, con opportune variazioni dettate dal singolo caso, anche agli altri dipinti, la maggior parte dei quali versa in cattive condizioni conservative. Ci dovevamo quindi concentrare su due punti essenziali: la manifattura cinese e l'appartenenza ad una raccolta. Per quanto concerne il primo punto, non è superfluo sottolineare come il rispetto per il manufatto debba partire dal riconoscimento della cultura che lo ha generato e non possa prescindere da esso. Nel restauro sono stati quindi preferiti materiali d'intervento il più possibile simili, se non uguali, a quelli costitutivi, e sono state studiate ed applicate con successo alcune tecniche e metodologie di intervento di tipo orientale, specialmente cinese e giapponese. Allo stesso tempo era necessario tenere in considerazione l'appartenenza del dipinto ad un nucleo più vasto, caratterizzato nel tipo di montaggio "a quadretto" frutto di una precisa intenzionalità collezionistica. L'incollaggio su tela ed il pensionamento su telaio uniforma infatti tutti gli esemplari ed essendo ormai storicizzato deve essere in qualche modo mantenuto. E' stato quindi studiato un tipo di montaggio che, attraverso l'inserimento di opportuni "diaframmi" tra carta, tela e legno, permette di conciliare la corretta conservazione dell'opera con il mantenimento del suo assetto storico.



Figura 1. Il dipinto dopo il restauro.

Introduzione

La collezione di dipinti cinesi di Palazzo Pitti si costituì intorno agli anni '80 del Settecento per volere di un regnante illuminato, Pietro Leopoldo di Lorena, Granduca di Toscana dal 1765 al 1790, ed ammonta a circa 190 esemplari, in origine distribuiti nelle ville di Castello, Poggio Imperiale e Petraia, che confluirono nella sede attuale all'inizio del Novecento.
Essi appartengono ad una branca particolare dell'arte cinese, quella cioè destinata appositamente all'esportazione. La pittura cinese da esportazione è caratterizzata da uno spiccato carattere decorativo, particolarmente evidente nelle carte da parati che rivestono interi ambienti delle ville nobiliari ed alto-borghesi europee. In essa vengono adottate forme rappresentative di stampo occidentale, sconosciute nella pittura tradizionale, come prospettiva e chiaroscuro, che rendono le raffigurazioni più facilmente comprensibili ed apprezzabili, pur mantenendo un'atmosfera esotica ed amena. Il commercio di beni di lusso tra Oriente ed

Occidente, iniziato già sul nascere del XVI secolo, raggiunse un'importanza politica ed economica rilevante nel XVII secolo, quando le grandi potenze inglese ed olandese ne monopolizzarono le rotte per mezzo di compagnie mercantili, le Compagnie delle Indie Orientali. La quasi totalità dell'arte da esportazione veniva realizzata a Canton, all'interno di apposite botteghe artigiane che, pur specializzate in specifiche tipologie di manufatti, come sete, porcellane o dipinti, lavoravano a stretto contatto ed usavano analoghi modelli decorativi, derivati generalmente da repertori iconografici appartenenti alla tradizione cinese. Da Canton i manufatti giungevano in Europa, dove venivano rivenduti attraverso quattro centri nodali: Londra, Amsterdam, Vienna e Bruxelles. Proprio a Bruxelles, Pietro Leopoldo di Lorena acquistò carte da parati e dipinti cinesi per intermediazione della contessa di Rosenberg **[1],** mentre altri manufatti vennero comprati direttamente in Italia presso il negozio Micali di Livorno **[2]**. Attraverso tali numerosi acquisti, il Granducato di Toscana si inseriva anch'esso nel clima di diffusa "sinomania" che pervadeva le corti settecentesche europee, e che oltre ad una scelta di gusto aveva ormai il carattere di vera e propria affermazione di uno status sociale.

PERSONAGGI IN PADIGLIONI SULLA RIVA DI UN FIUME (Inv. Castello 1911 n. 991) - 973x627 mm
Tecnica esecutiva [3]

Il dipinto in oggetto raffigura un momento di vita quotidiana, uno dei soggetti più frequentemente trattati nell'arte da esportazione insieme al più tradizionale tema "Fiori e uccelli". Osservando la zona superiore destra, chiaramente incompleta, si nota come l'opera sia stata ritagliata da una scena di più ampie dimensioni, proveniente con ogni probabilità da un rotolo di carta da parati **[4]**; è questa una tipologia di manufatto che non esiste nella tradizione cinese, ma che venne prodotta appositamente per l'esportazione.
Una delle caratteristiche dei dipinti cinesi consiste nella loro struttura laminare, ottenuta dalla sovrapposizione di più strati di carta fatti aderire tra loro mediante colla d'amido di grano. Così come nelle carte da parati **[5]**, nel dipinto in oggetto tali strati sono tre. Il primo, sul quale è stata realizzata la pittura, è molto sottile, liscio e compatto; si tratta con ogni probabilità di *mian lian zhi*, una carta composta da fibre di gelso da carta (*Brussonetia papyrifera*). Il secondo strato, avente funzione di supporto, è di colore arancio, caratterizzato da fibre molto corte e da un impasto disomogeneo, con numerose inclusioni di materiale grezzo; è identificabile probabilmente con una carta chiamata *lian zhi*, composta da fibre di bambù (*Bambusa arundinacea*) non sbiancate. Il secondo ed ultimo strato di supporto, molto sottile, è caratterizzato da fibre lunghe di colore camoscio **[6]**.
Tutte le linee principali della raffigurazione sono state realizzate ad inchiostro di carbone (*mo*) mediante una matrice xilografica, il cui uso non è infrequente nelle carte da parati cinesi **[7]**; all'interno di tali linee di contorno sono stati applicati a pennello i pigmenti miscelati a colla animale (*chiao*) **[8]**.
Le analisi scientifiche, condotte sulla superficie pittorica mediante le tecniche non invasive XRF, FORS e micro-Raman, hanno confermato l'impiego di pigmenti tradizionalmente utilizzati nella pittura cinese, sia di natura organica che inorganica: azzurrite (*shiging*), indaco (*dianlan*), malachite (*shi lü*), gambogia (*teng huang*), cinabro (*zhu sha*), minio (*zhangdang*), rosso organico (*yan zhi*), bianco di piombo (*qian fen*) ed inchiostro di carbone (*mo*). Le stesure sono effettuate mediante campiture piatte, più coprenti nel caso dei pigmenti inorganici e più acquerellate nell'applicazione di quelli organici.

Stato di conservazione

Il dipinto versava in uno stato di conservazione molto precario. Esso era incollato su una tela di lino a trama grossa e su un telaio in legno di pioppo, di tipo fisso con imperniatura a mezzo legno sui quattro angoli, a propria volta inserito in una cornice composta da semplici listelli di legno nero. Tale tipo di montaggio deve essere stato adottato subito dopo l'arrivo dei manufatti in Europa, dal momento che all'interno dell' "Inventario nuovo dei mobili esistenti nella Villa di Castello" del 1785 troviamo riferimento a "quadri su carta tirati su tela dipintovi diverse figure alla Chinese; con ornamenti di legno a bastone tinti di nero" **[9]**.
La mancanza di un vetro tra opera e cornice, se da un lato ha scongiurato il pericolo legato alla formazione di condensa, ha comportato il deposito di sporco e polvere sulla superficie dipinta. Si possono individuare tre tipologie di degrado: uno meccanico, uno biologico ed uno chimico-fisico. Il primo è imputabile essenzialmente al montaggio. La foderatura e l'incollaggio su telaio hanno da un lato conferito maggiore resistenza meccanica alla carta, permettendo probabilmente all'opera, cambiata più volte di sede e conservata a lungo nei depositi, di giungere fino a noi. D'altra parte, la compresenza di più materiali, incollati tra loro mediante un vincolo rigido, ha costituito una importante causa di degrado, derivata dai diversi comportamenti in risposta ai cambiamenti termoigrometrici dell'ambiente circostante.
Il dipinto era molto ben adeso alla tela di supporto e nelle zone in corrispondenza del telaio ligneo la tramatura del tessuto si era impressa con particolare evidenza sulla carta (**fig. 2)**; quest'ultima, tra tutti il materiale più fragile, presentava numerosi strappi e lacerazioni causati dai movimenti dei materiali sottostanti. Un altro tipo di degrado che, favorito dal montaggio, è stato poi innescato dal metodo conservativo, è quello di natura biologica.

Il pesciolino d'argento (*Lepisma saccharina*) ha attaccato il dipinto a diverse profondità, mettendone in evidenza la struttura stratificata **(fig. 3)**. In molte zone il danno biologico ha interessato il solo strato pittorico, dando luogo ad abrasioni del colore. Il degrado più rilevante, particolarmente concentrato nelle aree periferiche, è però quello che ha interessato la carta dipinta e che lascia in vista il primo strato di supporto. In corrispondenza dei quattro angoli, dove la colla era presente in maggiore quantità, anche quest'ultima è stata attaccata rendendo visibile la tela della foderatura.
Lo strato di carta dipinto era totalmente privo di elasticità e tendeva a sollevarsi ed a cadere frammentandosi in piccole scaglie **(fig. 4)**; la struttura a fibra molto corta e la conformazione liscia e compatta, infatti, rendevano l'adesione con il primo supporto meno salda di quella esistente tra gli altri strati, composti da fibre di tipo più simile.



Figura 2. Immagine del dipinto a luce radente prima del restauro.



Figura 3. Particolare dell'angolo inferiore sinistro.



Figura 4. Sollevamenti tra la carta dipinta e gli strati sottostanti.

Si notava inoltre un complessivo ingiallimento, imputabile in parte alla foto-ossidazione causata dall'esposizione luminosa, in parte all'invecchiamento dell'adesivo utilizzato per la foderatura, identificato mediante FT-IR con colla a base di amido con aggiunta di sostanze proteiche.
Eccettuato un generalizzato sbiadimento dei colori, lo stato di conservazione della pellicola pittorica era complessivamente buono. La tecnica esecutiva, mediante stesure di colore molto diluito e quasi acquerellato, ne ha favorito una buona compenetrazione nelle fibre della carta; gli unici pigmenti interessati da micro-cadute erano i blu ed i verdi di natura inorganica, applicati in film di maggiore spessore.

INTERVENTO DI RESTAURO

Operazioni preliminari

Il telaio è stato facilmente estratto dalla cornice, entro la quale era fissato mediante chiodi di ferro di piccole dimensioni. Con un macroaspiratore dotato di una spazzola all'estremità è stata rimossa l'ingente quantità di polvere e sporco insediatasi nel tempo all'interno della tela.
E' stato a questo punto possibile intervenire sulla superficie dipinta, effettuando una prima pulitura meccanica mediante gomma in polvere Wishab e tamponcini di cotone. Mediante l'ausilio di una spatolina, il dipinto è stato rimosso a secco dal telaio piuttosto facilmente, dal momento che la colla amidacea utilizzata per l'incollaggio era polverulenta ed aveva in gran parte perso il suo potere adesivo.
La misurazione del pH **[10]** della tela e delle tre carte costituenti l'opera ha rivelato valori prossimi alla neutralità in tutti i campioni. A seguito del test di solubilità dei pigmenti all'alcool etilico e all'acqua deionizzata è emerso che nessun pigmento era sensibile al primo solvente, mentre i pigmenti inorganici azzurrite e malachite, applicati con stesure maggiormente corpose, hanno risposto positivamente ai saggi effettuati con il secondo.
Come evidenziato precedentemente, si rendeva indispensabile la rimozione della tela da rifodero dal verso dell'opera, dal momento che essa creava eccessive tensioni sulla carta e la rendeva altamente soggetta ad attacchi di tipo biologico. Abbiamo deciso di agire operando con una velinatura del recto del dipinto, in modo da proteggere la superficie pittorica e fornire una maggiore resistenza meccanica alla carta. In vista di ciò, si è ritenuto opportuno procedere con un'operazione di consolidamento del film pittorico.

Nella scelta degli adesivi più idonei da impiegare in queste fasi abbiamo guardato alla tradizione orientale ed in particolare alla figura professionale del montatore-restauratore giapponese di opere su carta, lo *hyōgushi*. In quanto montatore di rotoli verticali, orizzontali, paraventi o album, il suo scopo principale è il raggiungimento di una ottima presentazione estetica attraverso un equilibrio visivo e strutturale tra le varie componenti dell'opera; in quanto restauratore, egli mira alla conservazione del manufatto nel tempo, operando sia nel momento stesso della realizzazione attraverso una scelta attenta ed accorta dei materiali costituivi, sia attraverso successivi interventi di restauro, per i quali si serve degli stessi prodotti utilizzati per l'esecuzione dell'opera. Molte delle esigenze che si pongono allo *hyōgushi* nella scelta di un prodotto, quindi, sono lo stesse che si presentano anche al restauratore occidentale: stabilità fisica e chimica, reversibilità, flessibilità e assenza di cambiamento cromatico.
Gli adesivi utilizzati tradizionalmente in Oriente appartengono a tre classi:
- le colle d'amido di grano (colla d'amido s*hin-nori* e colla d'amido invecchiata *furu-nori*) usate diffusamente nel montaggio e nel restauro;
- le colle animali, tra le quali il *nikawa* è la più raffinata;
- le colle ricavate da mucillagini vegetali, come il *funori*, che rivestono storicamente una importanza più limitata ma che sono di grande interesse nel campo del restauro.

Le operazioni di consolidamento e di velinatura fanno parte integrante anche della tradizione orientale e sono strettamente legate alla fase di rimozione e sostituzione delle carte di supporto dell'opera. Queste ultime, costituite generalmente da fibre di inferiore qualità, hanno infatti una funzione eminentemente strutturale e vengono periodicamente rimosse e sostituite dopo 100 o 200 anni, così da eliminare le problematiche di degrado derivate dall'aumento dell'acidità e dall'invecchiamento della colla usata per la loro adesione. A tale scopo, in Cina in film pittorico viene preventivamente consolidato con colla animale mista ad allume **[11]** e successivamente velinato dal recto mediante colla d'amido e carta sottile, in modo da proteggere l'opera durante la rimozione delle foderature.

Consolidamento del film pittorico con *nikawa*

Dopo aver effettuato alcune prove di consolidamento con *funori*, amido e *nikawa* a diverse concentrazioni, abbiamo scelto di utilizzare il *nikawa*, colla di daino giapponese prodotta ancora manualmente secondo i metodi tradizionali.



Figura 5. Consolidamento dei pigmenti con *nikawa*

Questo prodotto è molto stabile, possiede un'elevata capacità di penetrazione, non dà luogo a cambiamenti ottici sulla superficie consolidata e presenta l'ulteriore vantaggio di costituire il legante stesso dei pigmenti. Questo particolare è estremamente rilevante dal punto di vista chimico, fisico e deontologico, dal momento che consente di rigenerare il film pittorico mediante l'immissione del suo stesso materiale costitutivo **[12]**. Il *nikawa* è stato utilizzato ad una concentrazione del 2%. I granuli di gelatina sono stati lasciati rigonfiare per una notte e quindi scaldati il giorno successivo a bagnomaria fino alla completa dissoluzione. Il consolidante è stato applicato ancora tiepido mediante un piccolo pennello in setola naturale **(fig. 5)**. Questa operazione è stata ripetuta due volte su tutto il film pittorico, attendendo la completa asciugatura del consolidante tra un'applicazione e l'altra; in corrispondenza dei pigmenti più corposi, come cinabro, malachite e azzurrite, è stata effettuata una terza stesura. Il dipinto è stato quindi lasciato riposare una settimana prima di procedere con la velinatura.

Velinatura con *funori*, rimozione della tela da rifodero e dell'ultimo strato di carta di supporto

Come sappiamo, la velinatura di opere d'arte su carta è un'operazione estremamente critica per più aspetti. L'adesivo non deve infatti comportare un'adesione eccessivamente tenace per l'opera, né arrecare cambiamenti cromatici ed in generale ottici sulla superficie trattata; le tecniche artistiche generalmente utilizzate su supporti cartacei, inoltre, prevedono l'impiego di media acquosi, che presentano il rischio di spandersi o sfaldarsi nel caso in cui si usi un adesivo anch'esso a base acquosa per la velinatura.

Le ottime proprietà del *funori* come consolidante di superfici porose ed opache sono state oggetto di un interessante studio condotto da Paola Carnazza e Karmen Corak Rinesi **[13]**. Vorremmo in questa sede aggiungere la nostra esperienza nel suo impiego come adesivo per velinature di dipinti a tempera su carta.
Il *funori* è stato preparato ad una concentrazione del 2,5% in acqua, non lasciando rigonfiare il prodotto per una notte, ma procedendo direttamente alla cottura a bagnomaria fino ad ottenere la quasi totale dissoluzione dei talli; l'adesivo, piuttosto viscoso e di colore giallo-bruno, è stato quindi filtrato attraverso un fazzoletto di seta a maglia stretta. Sull'opera è stato adagiato un foglio umido di *rayon paper* **[14]** di medio spessore, ed il *funori* tiepido è stato applicato attraverso di esso un con un pennello giapponese *noribake,* partendo dal centro verso l'esterno. Il dipinto è stato adagiato con il recto rivolto verso il basso e sfruttando l'umidità somministrata durante la velinatura è stato possibile procedere alla rimozione della tela. La seconda ed ultima carta di supporto era notevolmente irrigidita dalla colla utilizzata per la foderatura; essa era inoltre saldamente ancorata alla tela, e non era possibile procedere con la rimozione del tessuto di supporto senza provocare contestualmente sollevamenti della carta. Dopo aver realizzato un lucido 1:1 dei fogli componenti l'ultimo supporto e del loro ordine di sovrammissione, si è proceduto alla rimozione della carta e dei residui di adesivo mediante l'ausilio di un bisturi e di un nebulizzatore ad ultrasuoni.

Lavaggio

Il lavaggio è una fase importantissima nel restauro della carta, dal momento che permette di eliminare almeno in parte gli acidi solubili, le impurità, i prodotti di degrado della cellulosa largamente responsabili dell'ingiallimento.
In considerazione della tecnica artistica, sensibile ai media acquosi, e dello stato di conservazione, questa operazione è stata effettuata per capillarità.
L'opera è stata quindi inumidita con un pennello *mizubake* sul verso e sul recto, fino ad ottenere un completo rilassamento delle fibre della carta e una perfetta planarità; sostenuta da un tessuto non tessuto, è stata quindi adagiata con il recto in alto su una carta assorbente bagnata, alla quale è stata fatta aderire perfettamente con il *mizubake*. Mediante un nebulizzatore quindi, è stata somministrata abbondante acqua sulla superficie pittorica, che veniva poi tamponata delicatamente mediante una carta assorbente asciutta.

Foderatura e rimozione della velinatura

Mediante colla d'amido di frumento è stato applicato un nuovo supporto in carta giapponese Japico *kizuki kozu* **[15]**, che è stata tagliata in fogli delle stesse dimensioni di quelli che costituivano il supporto rimosso, applicati seguendo lo stesso ordine di sovramissione. Per conferire maggiore resistenza all'opera, anche e soprattutto in vista del suo ritorno nei depositi, si è deciso di applicare un secondo supporto in carta giapponese di maggiore grammatura **[16] (fig. 6)**.

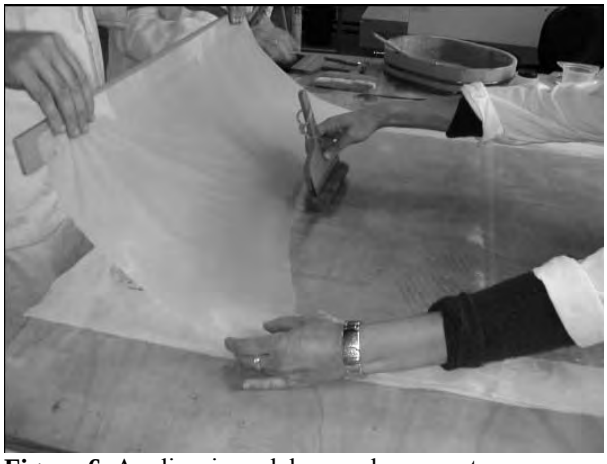


Figura 6. Applicazione del secondo supporto.

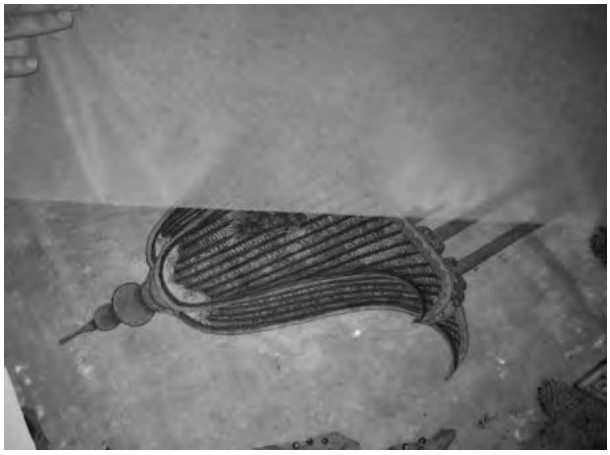


Figura 7. Rimozione della velinatura dal recto.

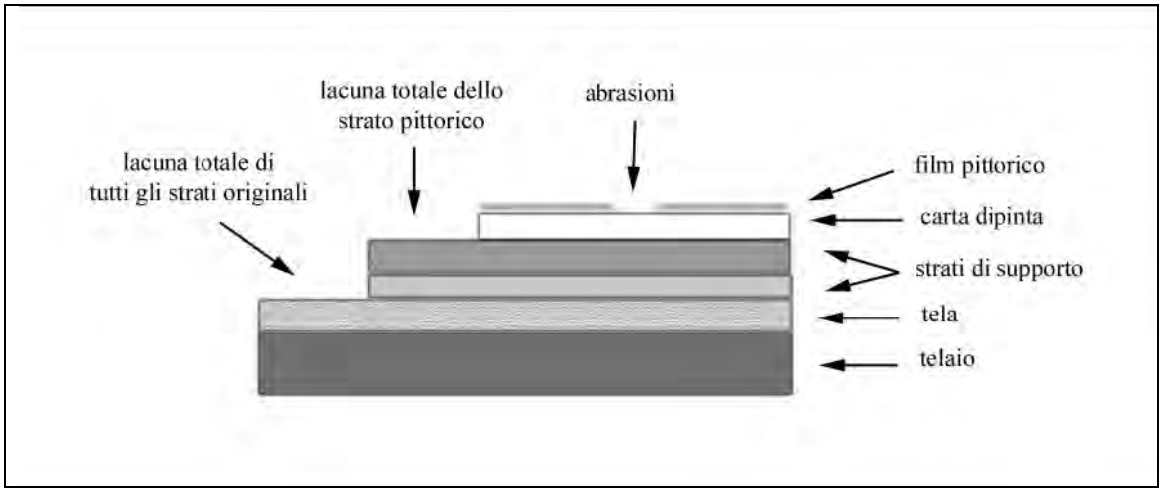
Sfruttando l'umidità somministrata durante la foderatura è stato possibile rimuovere la velinatura dal recto **(fig.7)**. Il *funori* si è rigonfiato con estrema facilità ed il *rayon paper* è stato asportato senza generare alcun attrito né resistenza sulla superficie pittorica. Rispetto ad una colla metilcellulosica alla stessa concentrazione, il *funori* ha tempi di "tiraggio" più lenti ed un potere adesivo inferiore, ma rigonfia più facilmente. La sua applicazione ha inoltre effettuato una delicata ed efficace azione di pulitura della carta dipinta, sulla quale sono tornati visibili particolari prima celati dall'ingiallimento.

Tensionamento su *karibari*

Il tensionamento finale è stato effettuato su un *karibari*. Questo leggero telaio in legno, foderato di carta, è tipico della tradizione giapponese e sostituisce il pannello di legno utilizzato allo stesso scopo in Cina e spesso in Occidente. Rispetto ad esso presenta indubbi vantaggi. Il *karibari* può essere realizzato di qualsiasi dimensione ed è quindi particolarmente idoneo per oggetti di grande formato. Grazie alla sua particolare tecnica costruttiva **[17]** è un materiale piuttosto elastico, che consente di assecondare i movimenti dell'opera durante l'asciugatura, evitando il rischio di lacerazioni, che, pur minimizzato, può sussistere nel caso in cui si faccia uso di un supporto rigido come il legno. In particolare, opere d'arte caratterizzate da superfici non perfettamente piane, con rilievi e spessori facenti parte integrante della tecnica esecutiva, o realizzate con media particolarmente friabili e suscettibili di abrasioni, possono essere spianate delicatamente senza rischiare di snaturarne il tal modo le caratteristiche intrinseche. La sua struttura interna traforata, inoltre, permette il passaggio dell'aria e dell'umidità, consentendo un'asciugatura graduale degli oggetti su di esso montati, sia sul recto che sul verso. Per permettere di entrare in un equilibrio sufficientemente stabile e duraturo con l'ambiente circostante, è sempre opportuno lasciarvi le opere montate quanto più a lungo possibile, generalmente almeno alcune settimane.
L'opera inumidita con un *mizubake* è stata fissata sul pannello mediante colla d'amido applicata lungo i margini esterni in carta giapponese lasciati eccedenti su tutti e quattro i lati durante seconda foderatura.

Risarcimento delle lacune ed integrazione cromatica

La conformazione laminare delle opere d'arte orientali le differenzia nettamente dalla maggior parte dei manufatti cartacei, avvicinandole piuttosto nella loro struttura ai dipinti su tela o tavola. Esaminando nel dettaglio l'opera, possiamo distinguere tre tipi di lacune, che possono essere ricondotte ai concetti di lacuna-perdita e lacuna-mancanza**[18]** di Umberto Baldini.



1. Lacune-perdita della carta di supporto e della carta dipinta
Sono localizzate in corrispondenza dei quattro angoli e lasciano in vista la tela sottostante; pur non avendo un'estensione rilevante, indeboliscono l'opera dal punto di vista strutturale. Comportano una totale perdita della carta dipinta, alla quale si accompagna la perdita della carta di supporto.
2. Lacune- perdita della sola carta dipinta
Le lacune-perdita della carta dipinta lasciano in questo caso in vista lo strato di supporto; hanno un'estensione rilevante e sono particolarmente concentrate nelle zone inferiori esterne.
3. Lacune-mancanza
Rientrano in questo campo le abrasioni del colore, che sono dovute al tempo-vita dell'opera e non influenzano negativamente la sua conservazione, comprensione e lettura. La loro estensione è fortunatamente limitata e tollerabile nell'economia complessiva dell'opera. La prima fase ha previsto il risarcimento delle lacune dello strato di carta di supporto. A tale scopo è stata utilizzata carta x*uan* **[19]**, termine con il quale si indica una specifica tipologia di carta cinese fatta a mano, estremamente simile per manifattura e struttura a quella costituente l'opera. Essa è caratterizzata da una superficie compatta, coprente ma estremamente sottile. La carta *xuan* (spessore: 0,08 mm circa) è stata tinta a pennello mediante tempere Windsor & Newton così da ottenere un colore sufficientemente corposo e coprente, di tono leggermente inferiore a quello della carta di supporto dell'opera. Gli incassi sono stati quindi alloggiati nelle lacune mediante colla d'amido di frumento. Abbiamo così ottenuto una superficie omogenea in spessore e colore, sulla quale era possibile intervenire per il risarcimento della carta dipinta e l'integrazione cromatica.

Per quanto concerne quest'ultima fase, il restauro orientale e quello occidentale seguono due impostazioni metodologiche diverse. Il restauro cinese tende a ricostruire la lacuna graficamente e cromaticamente, adottando però un leggero sotto-tono, e nel restauro giapponese le lacune vengono generalmente risarcite mediante una carta tinta preventivamente con *yasha* **[20]**. Il restauro occidentale, e specificatamente fiorentino, prevede che la lacuna sia resa riconoscibile mediante la selezione o l'astrazione cromatica. Pur nascendo in Oriente, tutti i dipinti di Palazzo Pitti hanno uno spiccato carattere di arredo che li differenzia dalla pittura tradizionale cinese e che la loro trasformazione in "quadretti" ha ulteriormente accentuato. Per tale motivo abbiamo ritenuto fondamentale il riferimento alla teoria del restauro italiana ed in particolare all'unità di metodologia di Umberto Baldini. Bisognava quindi intervenire riconducendo le lacune-perdite a lacune-mancanze nelle zone ricostruibili a livello cromatico e figurativo, e le lacune-perdite a lacune-collegamento **[21]** nelle zone che non è possibile ricostruire senza creare arbitri interpretativi.
Nel primo dei due casi abbiamo utilizzato ancora una volta carta *xuan*, tinta mediante la tecnica cinese applicando a pennello i pigmenti cinesi (*zhe shih* – terra d'ombra, *dian lan* – indaco, *teng huang* – gambogia e *mo* – inchiostro) miscelati ad acqua ed a nikawa al 2%, fino a raggiungere un sottotono rispetto al colore di fondo del dipinto. I fogli asciutti sono stati quindi saturati con una stesura di colla d'amido molto diluita e si è provveduto a risarcire le lacune ricostruibili del dipinto, in corrispondenza delle quali è stata eseguita una integrazione cromatica a tratteggio con acquerelli Shmincke.
Le zone inferiori destra e sinistra del dipinto, così come quella superiore sinistra, presentavano alcuni elementi figurativi che l'esteso attacco biologico aveva ormai completamente isolato dal resto della raffigurazione ed il cui rapporto con l'immagine centrale non era più in alcun modo ricostruibile. Si è quindi deciso di lasciare in vista la carta di supporto dell'opera, distinguendo anche in questo caso le zone risarcite mediante un'integrazione cromatica a tratteggio che avvicini ulteriormente il tono delle lacune a quello della carta di supporto.

Montaggio

Il telaio in legno di pioppo era in buone condizioni conservative ed è stato pertanto mantenuto nella sua funzione portante dell'opera, dopo essere stato sottoposto insieme alla cornice ad un trattamento disinfestante con Permetar.
La tela è stata lavata per immersione in acqua deionizzata, con l'aggiunta di un tensioattivo a basse percentuali in modo da eliminare i residui di adesivo. Il lato che era posto a contatto del dipinto è stato supportato con carta giapponese e colla d'amido, così da conferire un buon sostegno meccanico, ed il tessuto così preparato è stato nuovamente tensionato sul telaio ligneo. Previa interposizione di un cartone sottile a pH neutro, l'opera è stata quindi montata nuovamente sul telaio, sfruttando i margini di carta giapponese che erano stati lasciati eccedenti su tutti e quattro i lati. La cornice originale è stata infine riproposta nella sua funzione di completamento e di unificazione di tutte le componenti dell'opera, dopo aver inserito nella sua luce interna degli opportuni distanziatori in cartone a pH neutro.

Conclusioni

Il restauro ha permesso di assolvere i due compiti che ci eravamo prefissati. Le tecniche ed i materiali di intervento orientali sono stati applicati con ottimi risultati, e riteniamo che essi potrebbero fornire un valido aiuto anche nell'affrontare e risolvere alcune delle problematiche presentate dalle opere d'arte occidentale. Il montaggio a "quadretto", che avevamo individuato come caratteristica unificante della raccolta, è stato mantenuto mediante l'uso di materiali idonei per la conservazione. Vale la pena sottolineare l'importanza della conservazione dell'opera unita ai suoi elementi correlati. Molti esemplari della collezione, restaurati in passato, sono stati inseriti in passepartout; la separazione dalle tele e dai telai, sui quali erano riportati i numeri di inventario e che nel tempo sono andati perduti, ha reso in molti casi impossibile l'identificazione delle opere all'interno degli archivi. Tale tipo di montaggio, inoltre, sebbene ideale dal punto di vista conservativo, comporta un travisamento dell'identità del manufatto, che perde totalmente la sua componente tridimensionale.
Auspichiamo che la metodologia di intervento qui evidenziata possa costituire un'indicazione teorica e pratica da applicare anche al restauro degli altri esemplari. La raccolta di dipinti cinesi di Palazzo Pitti potrà così nel tempo essere conosciuta dal pubblico e godere dell'attenzione che merita.

NOTE

[1] ASF, IRC 3409, n. 19. Cfr. *Quadretti cinesi,* 2001, p. 32; S. Iacomoni, 2001/2002, p. 33.
[2] ASF, IRC 4203, c. 114.
[3] La tecnica esecutiva dei dipinti cinesi su carta del XVIII secolo sarà trattata più approfonditamente in una sezione del prossimo numero di "OPD RESTAURO – Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze".

[4] La presenza tra le opere della raccolta di alcuni ritagli di tappezzerie "della China" trova conferma nelle fonti di archivio: "Il primo guardaroba Moggi faccia fare con comodo tante scene per uso delle stanze di diverse carte grandi da parato della China che gli vengono trasmesse", filza *Affari Diversi* 252,1 del 1785, ASF, IRC 3385. Cfr. M. Mosco, 2001, nota 1 p. 385. Altri esemplari della raccolta sono stati individuati come fogli d'album, mentre la maggior parte sono nati sin dall'origine come dipinti indipendenti.
[5] Cfr. I. Lambert, C. Laroque, 2002, p. 125 ; C. Rickman, 1988, p. 45; P. Webber, M. Huxtable, 1988, p. 53-54
[6] La presenza nelle carte da parati cinesi di uno strato di carta di supporto avente queste caratteristiche è stata evidenziata anche da P. Webber e M. Huxtable (1988), che la reputano molto simile alla carta nepalese ricavata dalla corteccia di *daphne* (*Daphne cannabina* o *Dapne papyracea*) .
[7] *Quadretti cinesi di collezione borbonica*, 2001, p.25.
[8] I. Lambert, C. Laroque, 2002, p. 125; P. Webber, M. Huxtable, 1988, p. 53; C. Rickman, 1988, p. 46.
[9] ASF, IRC 4881, n. 58, 68, 69, 111.
[10] Le misurazioni sono state effettuate con un pHmetro METTLER MP 120, dopo aver immerso alcuni piccoli campioni prelevati in 10cc di acqua distillata.
[11] Come sappiamo, in Occidente l'allume è bandito, dal momento che il suo uso viene messo in relazione con un aumento dell'acidità della carta.
[12] Tale prodotto è correntemente utilizzato a questo scopo presso l'Hirayama Studio del British Museum di Londra, uno dei pochi laboratori in Europa specializzato nel restauro di opere d'arte su carta e seta mediante tecniche tradizionali cinesi.
[13] P. Carnazza, 2004, p. 16-22; P. Carnazza, K. Corak Rinesi, 2003, p. 124-131.
[14] Tessuto non tessuto composto da fibre di rayon, materiale ottenuto artificialmente mediante una modificazione chimica del polimero della cellulosa, è un materiale estremamente versatile, dal momento che è resistente all'acqua ma permeabile, rimane compatto e non lascia residui sul supporto durante la rimozione.
[15] Commercializzata dalla Japico (art. 623 470 / R1) è composta dal 100 % fibre di *kōzo;* peso 6 g /mq.
[16] Carta *kinugawa* della Japico (art. 632 161). Composizione: 25 % kozo, 75 % polpa. Peso: 22 g/ mq.
[17] E' composto da una finestra in legno di cedro rosso e da assi della stessa essenza che si incastrano ortogonalmente tra loro mediante incastri a tenone e mortasa. Il telaio viene foderato da sette strati di carta giapponese di varia grammatura; le dimensioni dei fogli, la diluizione della colla (sempre di amido di frumento) e la metodologia di applicazione variano da uno strato e all'altro.
[18] Nel distinguere tra 'lacuna-perdita' e 'lacuna-mancanza', si dirà che 'perdita' è l'allontanamento totale e permanente di una determinata disponibilità associato a privazione, detrimento, danno, rovina; 'mancanza', incompletezza o incompiutezza. In una superficie dipinta, ad esempio, si giungerà allora ad attribuire valore di 'lacuna-perdita' ad ogni assenza totale di colore compreso il primo strato di supporto (imprimitura o malta); si giungerà per contro ad attribuire valore di 'lacuna-mancanza' ad una modifica dello strato pittorico sotto forma di craquelé, abrasione etc. E' solo la 'lacuna-perdita', allora, che assumerà nell'opera le connotazioni di 'atto secondo negativo'; ché la 'lacuna-mancanza', invece, si collocherà nell'opera quale 'positivo atto secondo' […]". U. Baldini, 2003, Vol. II, p. 22.
[19] La sua origine sembra risalire alla dinastia Tang (M. B. Yeh, J. Munn, 2005, p.67) quando compare nella lista dei doni presentati alla corte imperiale. Inizialmente la sua fabbricazione era limitata alla città di Xuancheng, nella provincia di Anhui e a partire dalla dinastia Ming era composta essenzialmente da fibre di *qingtan*. Oggi la carta *xuan*, prodotta ancora nella provincia di Anhui, si ottiene miscelando fibre di *qingtan* e di paglia di riso in proporzioni variabili; le seconde, molto corte, si vanno a posizionare negli interstizi lasciati liberi dalle prime, caratterizzate da una conformazione lunga e sottile, dando origine ad una carta molto compatta ed elastica, estremamente morbida al tatto, di colore bianchissimo (G. F. Priori, M. V. Quattrini, 2005, p. 139).
[20] Tinta ricavata da alcune specie di pigne.
[21] "Da assumere e pertanto gestire come lacuna-mancanza potrà e dovrà essere quella lacuna nella quale l'intervento di risarcimento potrà compiersi come atto razionale stimolato dall'essere medesimo dell'opera, non facendo ricorso a modificazioni arbitrarie o persino plurime. […] Da assumere e pertanto gestire come lacunacollegamento potrà e dovrà essere invece quella lacuna la quantità della quale sia tale per cui l'intervento di ricucitura non può avvenire formalmente se non affidandosi a ricostruzioni arbitrarie o persino plurime". U. Baldini, 2003, Vol. II, p. 75-76.

BIBLIOGRAFIA

N. Baccichetto, "*Le stampe giapponesi: studio dei materiali costitutivi per una corretta conservazione e per il restauro. Approfondimento sui collanti tradizionali giapponesi"*, Tesi di diploma del settore carta, Scuola regionale per la valorizzazione dei beni culturali di Botticino, EINAP Lombardia, Botticino, 2001.
U. Baldini, "*Teoria del restauro e unità di metodologia"*, Nardini Editore, Firenze, 2003, Vol. I e II. P. Carnazza, "*Funori: adesivo giapponese di origine vegetale"*, in "Progetto Restauro", anno 10, n. 30, 2004, p. 16 - 22.

P. Carnazza, K. Corak Rinesi, "*Funori: adesivo di origine vegetale. 1. Test di consolidamento di pittura su tela. 2.Consolidante compatibile con le superfici opache su carta"*, in "*Lo Stato dell'Arte: conservazione e restauro, confronto di esperienze. Primo congresso internazionale IGIIC, Villa Gualino, Torino, 5-7 giugno 2003"*, Fondazione per le biotecnologie, Torino, 2003, p. 124-131.
C. Clunas, *"Chinese Export Art and Design",* Victoria and Albert Museum, Londra, 1987.
S. Iacomoni, "*Gli acquerelli cinesi nei depositi del Soffittone di Palazzo Pitti"*, tesi di diploma in Operatore dei beni culturali, Relatrice: Dott.ssa P. Cassinelli, Università degli Studi di Firenze, a. a. 2000/2001.
I. Lambert, C. Laroque, *"An eighteenth-century Chinese wallpaper: historical context and conservation"*, in **"***Works of art on paper, books, documents and photographs: techniques and conservation. Contributions to the Baltimore congress, 2-6 September 2002",* a cura di V. Daniels, A. Donnithorne, P. Smith, International Institute for Conservation (IIC), Londra, 2002, p. 122-128.
T. Morita, "*Nikawa – traditional production of animal glue in Japan"*, in "*Adhesives and Consolidants, Paris Congress, 2-8 September 1984, IIC Preprints",* International Institute for Conservation (IIC), Londra, 1984, p. 121-122. M. Mosco, "*Carte dipinte a Palazzo Pitti"*, in "*Firenze, il Giappone e l'Asia Orientale",* a cura di A. Boscaro e M. Bossi, in "Atti del Convegno del Centro Internazionale di Studi del Gabinetto Scientifico Letterario G. P. Vieusseux – Firenze, 25 – 27 marzo 1999", Firenze, 2001, p. 385-388.
G. F. Priori, M. V. Quattrini, "*La caratterizzazione delle carte orientali",* in "Bollettino ICR", Nuova Serie, n. 10- 11, 2005, p. 134-150.
"Quadretti cinesi di collezione borbonica dalla "Favorita" di Napoli e Palermo – catalogo della mostra, Napoli, Palazzo Reale, 7 dicembre 2001 – 5 marzo 2002", a cura di L. Caterina e A. Porzio, Arte Tipografica, Napoli, 2001. C. Rickman, "*Conservation of Chinese export works of art on paper: watercolors and wallpapers"*, in "*IIC KyotoCongress"*, International Institute for Conservation (IIC), Londra, 1988, p. 44-51.
P. Webber, M. Huxtable, "*Karibari – the Japanese drying-board"*, in "The paper conservator", Vol. 9, 1985, p. 54-60. P. Webber, M. Huxtable, "*The conservation of Eighteenth century Chinese wallpapers in the United Kingdom"*, in "*The Conservation of Far Eastern Art"*, International Institute for Conservation (IIC), Londra, 1988, p. 52-58. Xiangmei Gu, Yuan-li Hou, V. Gouet, "*The Treatment of Chinese Portraits: An Introduction to the Chinese Painting Conservation Technique"*, in "Book and Paper Group Annual", vol. 18, 1999.
N. Yamamoto, "*Materials for Painting and Mounting and Their Use (Restoration from the point of view of materials and techniques)"*, in "*International Course on Conservation of Japanese Paper 2004"*, National Research Institute of Cultural Properties (NRICP), Tokyo, 2004, p. 47-54.
M. B. Yeh, J. Munn, "*An evaluation of Xuan paper permanence and discussion of historical Chinese paper materials"*, in "*Scientific research on the pictorial arts of Asia: proceedings of the second Forbes symposium at the Freer Gallery of Art"*, Londra, Archetype Publications, 2005, p. 65-74.

IL CONTRIBUTO DELLA MICROSCOPIA ELETTRONICA NELLA VALUTAZIONE DELLE MODIFICAZIONI SUPERFICIALI INDOTTE MEDIANTE TRATTAMENTI CON NANOCALCE SU LITOTIPI DI INTERESSE STORICO-ARTISTICO

Valeria Daniele, Raimondo Quaresima, Giuliana Taglieri

Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali
67040 Monteluco di Roio, L'Aquila (Italia), tel 0862/434263, fax 0862/434203, valeria@ing.univaq.it

Abstract

Per la conservazione delle superfici architettoniche le nanoparticelle di calce possono costituire una valida alternativa ad altri trattamenti di natura inorganica o organica. Diversi anni di esperienza e differenti applicazioni (dipinti murali, affreschi, pietre, stucchi) hanno mostrato che il trattamento è efficace e compatibile con le superfici carbonatiche. L'efficacia dei trattamenti con particelle di nanocalce dipende dalla qualità delle stesse.
Nel presente lavoro viene illustrato l'uso della microscopia elettronica a trasmissione ed a scansione, unitamente alla diffrazione elettronica e alle immagini in campo scuro, per valutare morfologia, dimensioni e cristallinità delle particelle di nanocalce prodotte tramite sintesi chimica utilizzando soluzioni di Na(OH) e $CaCl_2$. La microscopia elettronica è stata altresì impiegata per valutare la morfologia delle particelle durante e a fine carbonatazione, nonché le modificazioni (aspetto della superficie, porosità, profondità di penetrazione) indotte a seguito di trattamenti protettivi con nanocalce, su litotipi differenti e rappresentativi dell'edilizia storica (calcari, travertino, calcareniti e arenarie). L'uso della microscopia elettronica si rivela fondamentale soprattutto nel campo di nanomateriali in cui appare determinante investigare le caratteristiche microstrutturali delle particelle e del materiale nella nanoscala (cristallinità, habitus cristallino, modificazioni del sistema porosimetrico, etc.).

Introduzione

I trattamenti a base di acqua e latte di calce sono largamente impiegati a scopo protettivo o consolidante grazie alla forte compatibilità del loro prodotto finale con le superfici architettoniche ed artistiche di natura calcarea **[1, 2, 3]**. Si ritiene, infatti, che tali trattamenti, penetrando all'interno della porosità del materiale, riescano a svolgere un'azione di protezione e di consolidamento superficiale. Tali trattamenti vengono generalmente effettuati applicando, a spray o a pennello, l'acqua ed il latte di calce sulla superficie pulita del materiale. L'applicazione viene ripetuta fino "a rifiuto" **[4]**, come raccomandato da alcuni Autori fino a 30-40 volte **[5]**.
Tuttavia, ci sono alcune importanti limitazioni legate a:

- incompletezza del processo di carbonatazione che lascia particelle libere di $Ca(OH)_2$ **[6]**;
- scarsa profondità di penetrazione raggiungibile **[7]**;
- eccessivo quantitativo di acqua apportato alle pietre;
- alterazioni cromatiche delle superfici architettoniche.

Per cercare di ovviare ad alcuni di questi limiti sono state recentemente prodotte nanoparticelle di $Ca(OH)_2$ (nanocalci) **[8, 9]**; l'impiego di particelle di dimensioni nanometriche, potrebbe, infatti, comportare un aumento della profondità di penetrazione del trattamento e consentire, inoltre, un maggiore avanzamento del processo di carbonatazione. La nanocalce è stata largamente applicata, nel settore dei Beni Culturali, per la conservazione di stucchi **[10,11]**, affreschi **[12, 13, 14]** e superfici architettoniche **[15, 16]** oltre che per deacidificare la carta **[17]** ed il legno **[18]**.
Il presente lavoro è incentrato su un'analisi dettagliata riguardante l'osservazione, mediante microscopia elettronica a scansione (SEM), di diversi litotipi naturali (calcari, travertino, calcareniti e arenarie) trattati con sospensioni alcoliche di nanocalce, per valutare le modificazioni morfologiche superficiali e la profondità di penetrazione raggiunta dal trattamento stesso. Inoltre, mediante microscopia elettronica in trasmissione (TEM), sono state caratterizzate, sia dal punto di vista morfologico che strutturale, alcune particelle della nanocalce utilizzata per i trattamenti.

Parte sperimentale

a. Materiali.
Per la sintesi e la dispersione delle nanoparticelle di calce sono stati impiegati rispettivamente cloruro di calcio bi-idrato ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), idrossido di sodio (NaOH) e alcool isopropilico.
Oggetto di trattamenti conservativi con nanoparticelle di calce sono stati alcuni litotipi rappresentativi dell'edilizia storica: calcare Estoril, carparo di Casalabate (Lecce), travertino (Tivoli), arenaria di Grelio (Porretta, BO), arenaria di Campolo (Grizzana, BO) e pietra Maltese.

b. Metodi.

Sintesi delle nanoparticelle.
Le nanoparticelle di calce ($Ca(OH)_2$) sono state ottenute per precipitazione chimica, a partire da due soluzioni acquose contenenti rispettivamente 0,3 mol/l di $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e 0,6 mol/l di NaOH. La soluzione di NaOH, usata come precipitatore, è stata aggiunta, goccia a goccia, nella soluzione di $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ad una velocità di circa 4 ml/min, mantenendo la temperatura costante a 90°C. Il precipitato è stato sottoposto ad una serie di lavaggi per rimuovere il cloruro di sodio prodotto; il controllo della concentrazione dei cloruri è stato effettuato mediante spettrofotometria UV (Mod. *CASAS 50*).
La nanocalce ottenuta è stata poi separata dal battente acquoso surnatante sotto vuoto mediante rotavapor e dispersa in alcool isopropilico.

Caratterizzazione microstrutturale delle particelle.
Le caratteristiche morfologiche e le dimensioni delle nanoparticelle di calce sintetizzate sono state esaminate mediante la microscopia elettronica in trasmissione TEM (*Philips CM200*). A tal fine 0,2 ml di sospensione alcolica di $Ca(OH)_2$ sono stati dispersi in 50 ml di alcool isopropilico e posti in ultrasuoni per 20 minuti. Successivamente qualche goccia di dispersione alcolica è stata deposta su un apposito portacampione.
La cristallinità delle nanoparticelle è stata valutata mediante diffrazione elettronica (ED) ed immagini in campo scuro (DFI).
La formazione e la morfologia dei cristalli di carbonato di calcio (***$CaCO_3$***) derivanti dalla carbonatazione della nanocalce è stata investigata mediante microscopia elettronica a scansione SEM (*Philips XL30CP*). A tal fine è stata impiegata una piccola quantità di sospensione alcolica di nanocalce opportunamente preparata (deposizione su filtro di policarbonato, esposizione all'aria (T= 20°C, U.R. 40%) per dieci minuti e metallizzazione con oro).

Trattamenti protettivi delle superfici.
Forma e dimensioni dei provini sono stati scelti in modo tale da poter eseguire successive misure di caratterizzazione fisica in accordo con la normativa corrente (UNI-Normal).
I vari litotipi sono stati trattati superficialmente, in funzione delle loro differenti caratteristiche, mediante sospensioni alcoliche di nanocalce. Il prodotto è stato applicato, con mani successive, a pennello sino "a rifiuto"; tra una mano e l'altra, o a fine trattamento, i provini sono stati posti ad asciugare in laboratorio (T=20°C e U.R. 40 %). Lo schema dei trattamenti eseguiti è riportato in Tabella 1.

Tabella 1. Schema delle modalità di trattamento

Litotipo	Numero di applicazioni	Concentrazione della sospensione (mg/ml)
Calcare Estoril	2	13
Carparo Leccese	2	13
Travertino	2	13
Arenaria di Campolo	3	46
Arenaria di Grelio	3	46
Pietra Maltese	3	46

Risultati e discussione

a. Caratterizzazione microstrutturale delle particelle sintetizzate.
In generale le particelle di nanocalce ottenute risultano regolarmente formate ed esagonali (Figg. **1,2**); le dimensioni sono comprese in un campo variabile tra i 25 ed i 600nm con una distribuzione media centrata intorno ai 200nm. In taluni casi (Fig. **2a**) queste si presentano rivestite da glicolato di calcio.

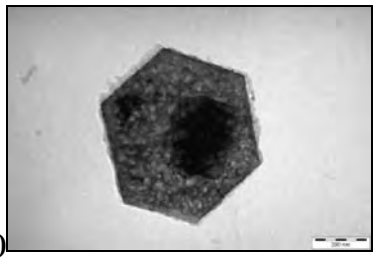
a)  **b)**  **c)** 

Figura 1. a) Micrografia TEM di una nanoparticella di calce di dimensioni di circa 600nm; **b)** e **c)** immagini ED e DFI.



Figura 2. a) Micrografia TEM di una nanoparticella di calce di dimensioni di circa 75nm; **b)** e **c)** immagini ED e DFI della stessa particella.

L'analisi delle immagini ED - presenza di anelli concentrici con spot luminosi periferici (Fig. **1b**) o mancanza di anelli di diffrazione e distribuzione puntiforme meno ordinata e meno simmetrica (Fig. **2b**) – e delle immagini DFI (Figg. **1c)**,**2c)**) sembra indicare il carattere della particella, policristallino nel primo caso, con una sola orientazione cristallina prevalente nel secondo caso. Tale differenza può essere meglio compresa se si tiene conto della dimensione delle particelle: è più plausibile, infatti, che quella riportata in Fig. **1a)** sia costituita da cristalliti (zone a diversa tonalità di grigio - che costituiscono il policristallo di $Ca(OH)_2$) piuttosto che da un unico cristallo di dimensioni dell'ordine delle centinaia di nanometri.

b. Formazione e morfologia del ***$CaCO_3$***

La differente morfologia dei cristalli di ***$CaCO_3$*** indotti è riportata nelle micrografie di Fig. **3**. In particolare, nella Fig. **3a)** questi, di dimensione decisamente inferiore al micron ed orientamento casuale, sono in fase di crescita sulla superficie di particelle di calce agglomerate. A fine carbonatazione (Fig. **3b**) i cristalli di ***$CaCO_3$***, di dimensione di circa 500-600nm, appaiono ben formati e tipicamente romboedrici.

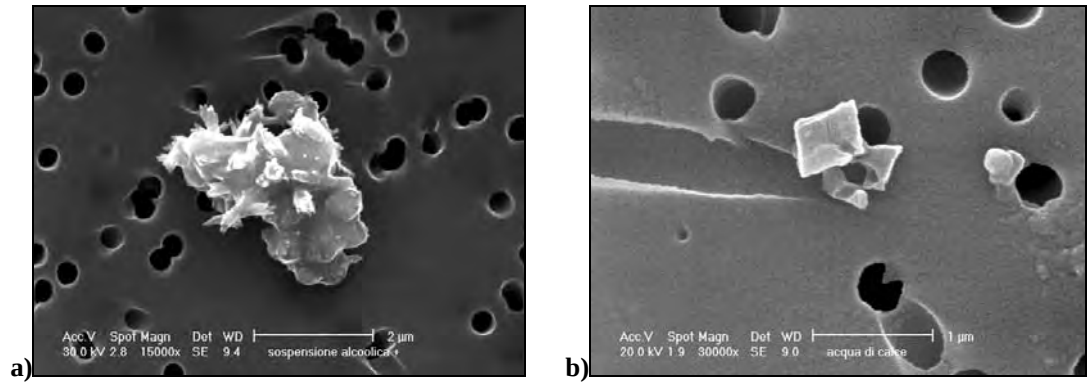


Figura 3. Micrografie SEM: differente morfologia di cristalli di ***$CaCO_3$***: **a)** in corso di formazione e **b)** a fine carbonatazione.

Trattamenti protettivi superficiali

a. Aspetto della superficie.

L'aspetto della superficie dei vari litotipi, a seguito del trattamento con la nanocalce, è riportato nella Fig. **4**.

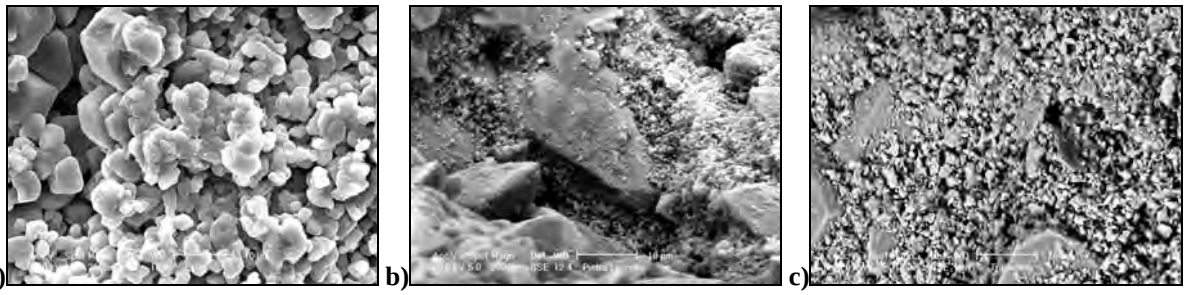


Figura 4 a); b); c). Micrografie SEM della superficie dei vari litotipi dopo trattamento: **a)** calcare Estoril; **b)** carparo Leccese; **c)** Travertino.

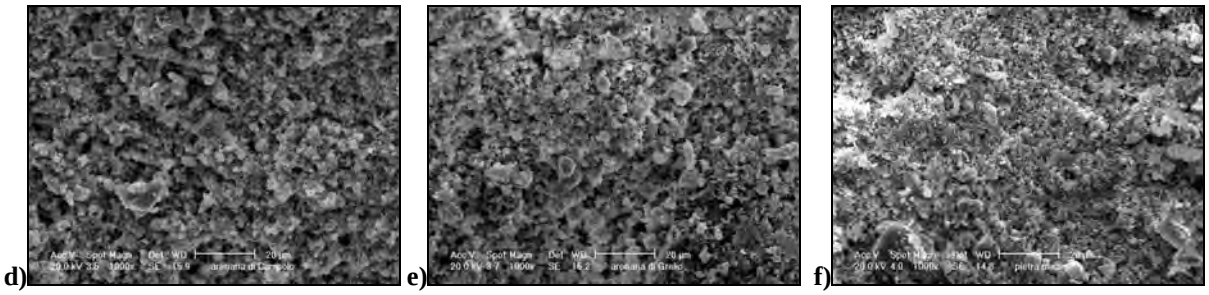


Figura 4 d); e); f). Micrografie SEM della superficie dei vari litotipi dopo trattamento: **d)** arenaria di Campolo; **e)** arenaria di Grelio; **f)** pietra Maltese.

In generale, per i diversi trattamenti, le nanoparticelle tendono a riempire lo spazio intergranulare (Figg. **4 b, c**), ad eccezione del calcare Estoril (Fig. **4a**), in cui la porosità superficiale originale sembra quasi inalterata. Inoltre, si può osservare come, nel caso delle arenarie e della pietra maltese (Figg. **4 d, e, f**), le nanoparticelle tendono a ricoprire in modo omogeneo la superficie del litotipo. Tali differenze potrebbero essere correlate alle differenti modalità di trattamento (numero di mani, concentrazione della sospensione).
Nel caso di parziale ricoprimento della superficie è più corretto parlare di consolidamento mentre, nell'altro caso, di protezione superficiale vera e propria. Se appare determinante valutare l'efficacia protettiva – in tal senso sono state effettuate e sono tuttora in corso misure **[19]**– altrettanto importante risulta valutare la quantità e la concentrazione di prodotto da applicare per ottenere un effetto prevalentemente consolidante oppure protettivo. Va tenuto presente, soprattutto su litotipi non bianchi (carparo, arenarie e pietra maltese), anche l'effetto cromatico finale della superficie poiché sembra possibile accettare leggere velature biancastre dovute all'applicazione della nanocalce, ma non "l'imbiancamento" esteso e coprente (scialbo). Va pertanto trovato il giusto compromesso tra quantità di prodotto applicato, proprietà ottenute e alterazione cromatica della superficie.
In tutti i casi, sulla superficie dei campioni esaminati si osservano particelle di dimensione molto piccola (da poche decine di manometri a circa 800nm).

b. Modificazione della porosità.
L'interazione della nanocalce con il sistema porosimetrico superficiale dei litotipi è ricavabile dalle micrografie di Fig. **5**.

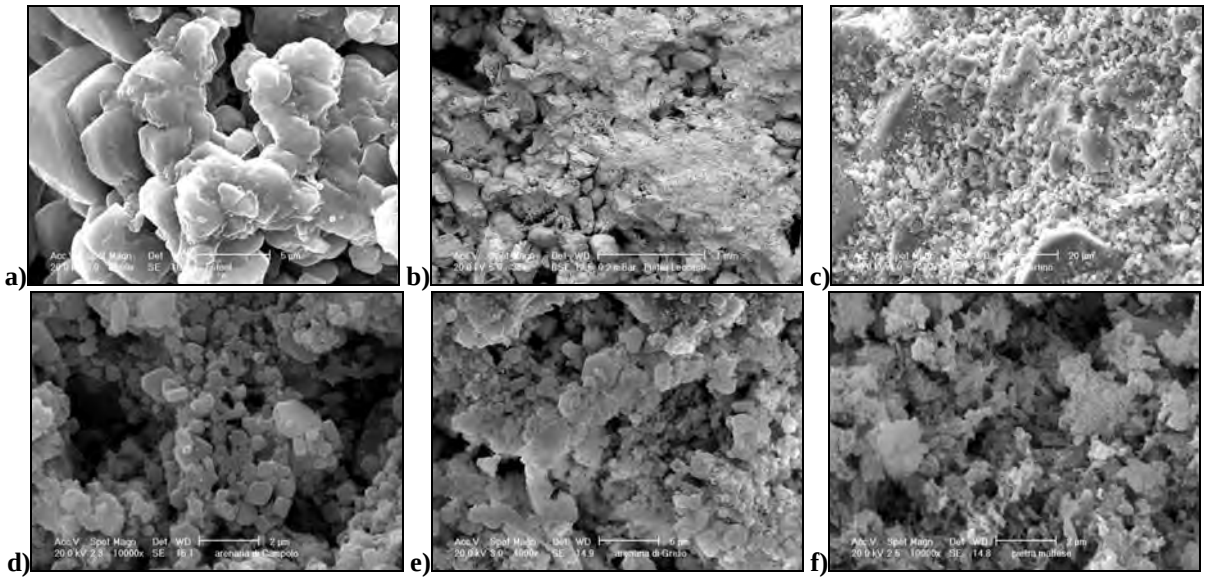


Figura 5. Micrografie SEM di alcuni aspetti porosimetrici dei litotipi dopo trattamento : **a)** calcare Estoril; **b)** carparo Leccese; **c)** Travertino; **d)** arenaria di Campolo; **e)** arenaria di Grelio; **f)** pietra Maltese.

In generale le nanoparticelle tendono a riempire le cavità maggiori e gli spazi intergranulari (Fig. **5c**). I pori originali non vengono occlusi mentre la porosità integranulare viene riempita (Fig. **5 a, b**).
Le nanoparticelle tendono a rivestire i pori originali, diminuendone la dimensione (Figg. **5 d, e, f**). Ci si aspetta perciò una diminuzione sia della porosità totale che del raggio medio dei pori, nonché slittamenti delle classi porosimetriche verso valori più bassi.

L'accertamento delle variazioni dimensionali del sistema porosimetrico originale dei litotipi appare essenziale per la comprensione delle proprietà e del comportamento all'acqua dei provini dopo il trattamento.
Nei litotipi macroporosi (carparo e arenarie), la nanocalce sembra non raggiungere in modo uniforme ed omogeneo tutti i pori a causa della loro interconnessione e tortuosità; ne consegue che solo alcune zone (Fig. **5 b**) beneficiano, a seguito del trattamento, delle modificazioni fisiche.
In tutti i casi, comunque, la nanocalce dopo la carbonatazione crea un sistema di micropori fortemente interconnessi ed aperti (Fig. **5 d, e, f**) che dovrebbe garantire un buon comportamento del materiale nei confronti della permeabilità al vapore.

c. Profondità di penetrazione.
Le micrografie SEM delle superfici di frattura (Fig. **6**) riportano la profondità di penetrazione raggiunta dal trattamento all'interno del materiale.

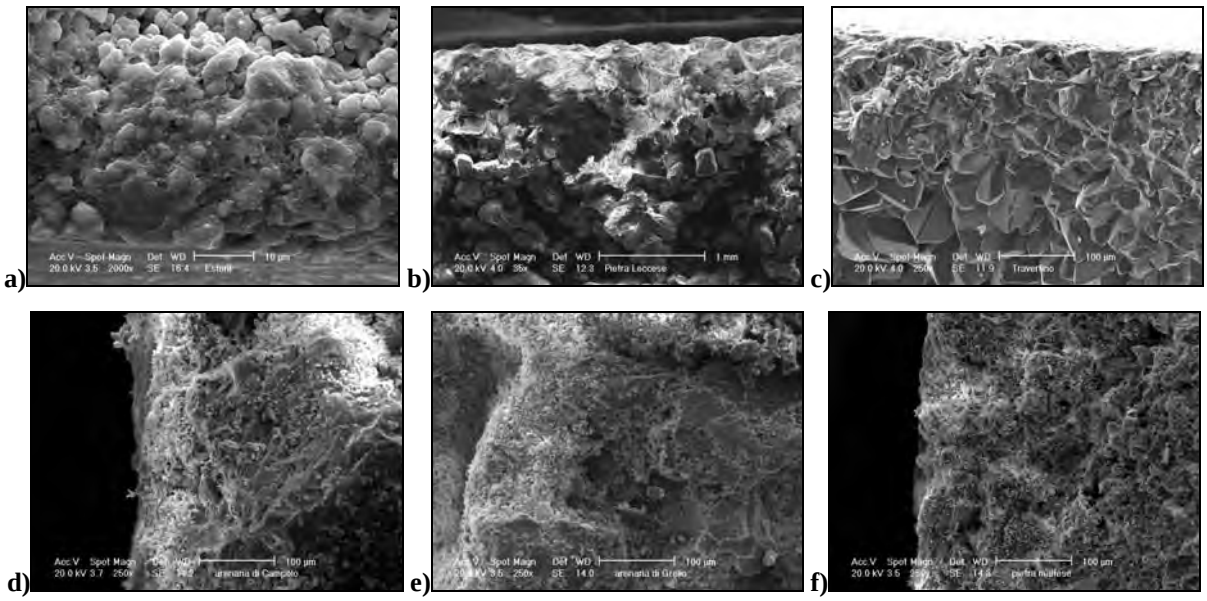


Figura 6. Micrografie SEM di alcuni aspetti porosimetrici dei litotipi trattati: **a)** calcare Estoril; **b)** carparo Leccese; **c)** Travertino; **d)** arenaria di Campolo; **e)** arenaria di Grelio; **f)** pietra Maltese.

E' possibile notare come la nanocalce penetri in modo molto variabile all'interno dei vari materiali e sia dipendente dalla loro compattezza, porosità e dalle modalità di trattamento stesso. I valori massimi raggiunti sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2. Valori massimi di penetrazione e caratteristiche dello strato.

Litotipo	Massima penetrazione raggiunta [μm]	Caratteristiche dello strato
Calcare Estoril	20	Uniforme
Carparo Leccese	2000	Fortemente disuniforme
Travertino	100	Uniforme
Arenaria di Campolo	270	Disuniforme
Arenaria di Grelio	240	Disuniforme
Pietra Maltese	90	Uniforme

Nei materiali compatti ed a minore porosità, si registrano le minori profondità di penetrazione anche se gli strati ottenuti risultano uniformi.
Nei materiali macroporosi, carparo ed arenarie, la penetrazione segue vie preferenziali raggiungendo anche profondità rilevanti ai fini della conservazione, ma in modo molto casuale e disuniforme. Ne consegue che zone limitrofe a quelle raggiunte dalla nanocalce possono risultare povere o addirittura non raggiunte dal prodotto.
Il controllo sia delle profondità di penetrazione che della uniformità dello strato appare, infine, un'altra questione importante nella definizione della quantità di prodotto apportato e nella concentrazione della sospensione di

nanocalce; questo, ai fini della valutazione delle proprietà raggiungibili in operazioni finalizzate al consolidamento superficiale e basate sull'impiego della nanocalce stessa.

Conclusioni

L'uso della microscopia elettronica risulta particolarmente versatile per il controllo della sintesi di particelle nanometriche di calce da impiegare per la conservazione di superfici architettoniche e per la valutazione delle modificazioni superficiali indotte in seguito a tale trattamento.
In particolare, l'impiego della microscopia elettronica a trasmissione, abbinato alla diffrazione elettronica ed alle immagini in campo scuro, è in grado di consentire la valutazione di importanti aspetti microstrutturali quali dimensione delle nanoparticelle, del loro stato di aggregazione e della natura cristallina.
La microscopia elettronica a scansione sembra invece meglio rispondere all'esigenza di controllo e verifica delle modificazioni superficiali del materiale trattato.
Con questa tecnica è stato possibile, attraverso l'identificazione di morfologie cristalline, individuare alcune fasi del processo di carbonatazione nonché, trarre alcune considerazioni, seppur qualitative, sulla sua cinetica.
Ancor più interessante è stata l'osservazione delle superfici, trattate a pennello con nanocalce, di vari litotipi di interesse storico-artistico. In particolare, è stato possibile valutare il potere coprente del trattamento, le modificazioni del sistema porosimetrico, il tipo di porosità indotta superficialmente dalle nanoparticelle, la profondità di penetrazione raggiunta e l'uniformità dello strato.
Dal lavoro sono emerse alcune necessità di approfondimento e comprensione, note e meno note, inerenti l'applicazione di materiali innovativi - come ad esempio nanoparticelle di calce - nella conservazione delle superfici di interesse storico artistico: controllo delle caratteristiche microstrutturali delle particelle, reattività (cinetica di carbonatazione), ottimizzazione del quantitativo di prodotto applicato, valutazione delle modificazioni porosimetriche e delle caratteristiche dello strato.

Bibliografia

[1] Schiele, E.; Berens L.W.: *"La calce"*, Edizioni Tecniche ET, Dusseldorf 1972, 284-391.
[2] Amoroso, G.G.; Camaiti, M.: *"Trattamento alla calce"*. In: Scienza dei Materiali e restauro. La pietra: dalle mani degli artisti e degli scalpellini a quelle dei chimici macromolecolari, Alinea Editrice, Firenze 1997, 165-167.
[3] Turriziani, R.: *"I leganti ed il calcestruzzo"*. Edizioni Sistema, Roma 1972, 70-82.
[4] Vinardi, M.G., Cully, M.H., Brunetto, A.: *"La reversibilità nel restauro. Riflessioni, esperienze, percorsi di ricerca"*. In: XI National Congress Scienza e Beni Culturali: "La Pulitura delle Superfici dell'Architettura", Bressanone 1-4 Luglio 2003, **XIX**, 399-405.
[5] Sten, P.: *"Lime Water Consolidation"*. In: ICCROM, 1981, 53-61.
[6] Daniele, V.; Di Tommaso, G.; Quaresima, R.; Taglieri, G.; Volpe, R.: *"Synthesis and characterisation of a nanolime to be used in Cultural Heritage conservation: preliminary results"*. In: 8° Congresso Nazionale AIMAT, Palermo 27 Giugno - 01 Luglio 2006.
[7] Arcolao, C.: *"Trattamento all'acqua di calce"*. In: Tecniche di restauro architettonico tomo II, P.B.Torsello, UTET, Torino 1996, 698-699.
[8] Giorgi, R., Dei, L., Baglioni, P.: *"A new method for consolidating wall paintings based on dispersion of lime in alcohol"*. In: Studies in Conservation, **45**, 2000, 154-161.
[9] Salvadori, B.; Dei, L.: *"Synthesis of $Ca(OH)_2$ Nanoparticles from Diols"*. In: Langmuir, **17**, 2001, 2371-2374.
[10] Baglioni, P., Cesari, C., Dei, L., Giorgi, R., Grassi, R., Lorenzetti, M., Mauro, M., Pinzani, D., Ruffo, P., Schonhaut, G.: *"Stucco forte veneziano con "Tecniche della Tradizione": proprietà chimico-fisiche, degrado in ambiente lagunare e conservazione mediante nanofasi cristalline di $Ca(OH)_2$"*. In: Congresso Nazionale Scienza e Beni Culturali: "Lo Stucco. Cultura, Tecnologia, Conoscenza", Bressanone 10-13 Luglio 2001, **XVII**, 289-298.
[11] Dei, L., Favaro, M., Giorgi, R., Portieri, R.: *"Gli stucchi della Cappella della Madonna di Lourdes nella Chiesa di S.Giovanni Evangelista in Venezia: caratterizzazione del degrado e pre-consolidamento mediante dispersioni alcoliche di calce"*. In: Congresso Nazionale Scienza e Beni Culturali: "Lo Stucco. Cultura, Tecnologia, Conoscenza", Bressanone 10-13 Luglio 2001, **XVII**, 557-566.
[12] Ambrosi, M., Dei, L., Giorgi, R., Neto, C., Baglioni, P.: *"Colloidal Particles of $Ca(OH)_2$: Properties and Applications to Restoration of Frescoes"*. In: Langmuir, **17**, 2001, 4251-4255.
[13] Dei, L., Salvadori, B., Arlango, E., Pietropoli, F., Scardellato, C.: *"Gli affreschi del XIII e XIV secolo nella Cripta di San Zeno a Verona: la sperimentazione della nanocalce dispersa in alcol iso-propilico durante l'intervento conservativo"*. In: Congresso Internazionale Scienza e Beni Culturali: "Sulle pitture murali. Riflessioni, conoscenze, interventi", Bressanone 12-15 Luglio 2005, **XXI**, 293-302.
[14] Dei, L., Radicati, B., Salvadori, B.: *"Sperimentazione di un consolidante a base di idrossido di calcio nanofasico sugli affreschi della Cappella del Podestà al Museo del Bargello di Firenze: aspetti chimico-fisici e*

prove di colore". In: Congresso Internazionale Scienza e Beni Culturali: "Sulle pitture murali. Riflessioni, conoscenze, interventi", Bressanone 12-15 Luglio 2005, **XXI**, 99-108.
[15] Ambrosi, M., Dei, L., Giorgi, R., Neto, C., Baglioni, P.: *"Stable dispersions of $Ca(OH)_2$ in aliphatic alcohols: properties and application in cultural heritage conservation"*. In: Progr Colloid Polym Sci, **118**, 2001, 68-72.
[16] Ambrosi, M., Baglioni, P., David, P.R., Dei, L., Giorgi, R., Lalli, C., Lanterna, G., Mairani, A., Matteini, M., Rizzi, M., Schonhaut, G.: *"Inorganic consolidants and protectives for architectonic surfaces: experimental tests on Santa Prisca Church Apse in Rome"*. In: 2nd International Congress on "Science and Technology for the safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin", **2**, 1992, 873-877.
[17] Giorgi, R., Dei, L., Ceccato, M., Schettino, C., Baglioni, P.: *"Nanotechnologies for Conservation of Cultural Heritage: Paper and Canvas Deacidification"*. In: Langmuir, **18**, 2002, 8198-8203.
[18] Giorni, R., Chelazzi, D., Baglioni, P.: *"Nanoparticles of Calcium Hydroxide for Wood Conservation. The Deacidification of the Vasa Warship"*. In: Langmuir, **21**, 2005, 10743-10748.
[19] Daniele, V., Franzoni, E., Quaresima, R., Sandrolini, F., Taglieri, G., Volpe, R.: *"Risultati preliminari di trattamenti conservativi a base di nanocalce su arenarie Emiliane"*. In: XXIII° Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali, Bressanone 10 - 13 Luglio 2007, in press.

INDAGINI NON DISTRUTTIVE SUI MATERIALI E LE TECNICHE ESECUTIVE DEL BREVIARIO DI ERCOLE D'ESTE

Pietro Baraldi[*], Paolo Bensi[**], Paola di Pietro[***], Milena Ricci[***]
[*]Dipartimento di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. campi, 183, 41100 Modena
[**]Dipartimento delle componenti Culturali del Territorio
[***] Biblioteca Estense Universitaria di Modena

Introduzione

Il *Breviario* di Ercole I d'Este, studiato soprattutto per quanto riguarda la sua storia e i suoi miniatori, non lo è riguardo alla natura dei materiali impiegati e le tecniche esecutive. Lo scopo del presente lavoro è legato all'analisi e all' interpretazione dei dati sui pigmenti e le altre sostanze utilizzate per la realizzazione del manoscritto. Trattandosi di un codice molto prezioso, le uniche tecniche utilizzabili sono di tipo non invasive, prima di tutte la spettroscopia Raman già applicata su altre opere. Sono stati prelevati dei campioni di pulviscolo e materiale depositatisi o staccatisi nel tempo tra le pagine del *Breviario*. Lo scopo finale di questo lavoro è stato di scoprire le sostanze utilizzate per la realizzazione del codice, quali di queste sono quelle maggiormente impiegate, quali sono tipiche per la tecnica della miniatura e quali trovano riscontro con i pigmenti in uso all'epoca. Sono state inoltre eseguite alcune misure in situ a motivo della mancata osservazione di alcuni pigmenti della tavolozza con il metodo indicato.

La miniatura a Ferrara

Ferrara, tra il XV e il XVI secolo, era considerata uno dei luoghi più importanti dal punto di vista culturale e dalla originale attività artistica grazie alla presenza della Casa d'Este, ricevendo a corte letterati di fama e raccogliendo nella Biblioteca manoscritti preziosi, come la *Bibbia* di Borso d'Este, l'*Officio* di Alfonso I, il *Messale* del cardinale Ippolito, i *Corali* della Certosa e in particolare il *Breviario* di Ercole I d'Este, uno dei codici più significativi per bellezza e qualità di tutto il periodo rinascimentale, testimonianza del periodo di massimo splendore che la miniatura ferrarese visse tra la seconda metà del Quattrocento e i primi decenni del Cinquecento.
La miniatura estense fiorisce dunque durante il governo di Lionello, di Borso, di Ercole I e di Alfonso I , in oltre ottanta anni in cui furono attivi miniatori come Giorgio d'Alemagna e Guglielmo Giraldi e in cui si fece sentire fortemente l'influenza di Pisanello. In questi anni si affermò la tipica decorazione dei fregi dei manoscritti ferraresi, i cosiddetti "bianchi girari", realizzata con foglie stilizzate e tralci d'acanto su base rossa o blu o d'oro, arricchita da medaglioni contenenti animali, e dagli emblemi degli Este posti un po' ovunque nelle pagine dei codici.
Borso era l'opposto del coltissimo fratello: non possedeva la sua formazione e cultura umanistica, ma, come spesso accade nel Rinascimento, fu spinto al collezionismo d'arte dal grande amore per il lusso e la ricchezza. Nella produzione ferrarese dell'età di Borso si riconoscono i caratteri tipici degli artisti più rappresentativi di questo periodo, Cosmè Tura e Francesco del Cossa. La miniatura sotto Borso presentò il suo momento più felice nella famosa *Bibbia* di Borso e nei *Corali* della Certosa. Alla morte di Borso (1471) il governo passò nelle mani del fratello Ercole che provava forte attrazione per il lusso e l'apparenza. Abbellì la città con la costruzione di nuovi palazzi (il più noto è forse il Palazzo dei Diamanti) e addirittura di interi quartieri. Importantissimo ruolo svolse anche la sua sposa, Eleonora d'Aragona, donna di incredibile cultura che riuscì a trasmettere questa sua ricchezza d'intelletto ai figli, in particolare ad Alfonso I, il successore. Anche sotto Ercole, la vita intellettuale presso la corte favorì un considerevole arricchimento della biblioteca, nonché una fervente attività artistica nella quale spicca il nome dello stesso Cosmè Tura.

Il Breviario di Ercole

Si tratta di un volume in folio (370x265 mm), composto di 491 fogli con 44 carte decorate con particolare cura ed è attualmente conservato presso la Biblioteca Estense Universitaria di Modena. Il volume ha subito nel corso dei secoli vari spostamenti: nel 1859 il duca Francesco V, fuggendo da Modena, portò con sé il codice che passò poi in via ereditaria all'ultimo imperatore austriaco, Carlo I; questi lo portò con sé in esilio in Svizzera, lasciando Vienna alla fine della Prima Guerra Mondiale. Nel 1929, riconosciuto come il *Breviario* del duca Ercole I d'Este, il codice torna in Italia e da allora si trova a Modena. Mancano quattro pagine interamente miniate, di straordinaria bellezza, asportate dal libro dopo la fuga di Francesco V, che oggi sono conservate alla Strossmayerova Galerija di Zagabria.
Il *Breviario* presenta una legatura in marocchino con intagli dorati del XVIII sec. in cui sembra siano state riutilizzate le originali borchie angolari d'argento dorato e fermagli d'argento. Il codice è essenzialmente una

raccolta di brani liturgici, suddiviso in quattro parti, più un calendario iniziale (cc. 1 *r*.-6 *v*.) dove, tra gli altri santi, compaiono i patroni di Ferrara, San Giorgio e San Maurelio.
Le ricerche documentarie e stilistiche compiute sul *Breviario* hanno portato all'identificazione della mano di tre miniatori, che per comodità chiameremo *miniatore A*, *miniatore B* e *miniatore C*. I nomi più convincenti per questi tre maestri risultano essere: *miniatore A*: Matteo da Milano; *miniatore B*: Tommaso da Modena (o forse Martino da Modena); *miniatore C*: Cesare dalle Vieze (o Giovanni Battista Cavalletto) .
A Matteo si devono le pagine più belle del *Breviario,* che raggiungono un incredibile livello artistico rispetto alle miniature attribuite agli altri due. Infatti, il *miniatore A* è sicuramente il più dotato tra i tre maestri, ed il suo stile appare inconfondibile. Si distingue soprattutto per la straordinaria gamma cromatica utilizzata, nonché per la precisione e dei tratti. Non a caso Matteo da Milano è anche l'autore delle quattro magnifiche miniature a piena pagina di Zagabria. Elementi ricorrenti sono gli sfarzosi fregi decorati con lo stile a grottesche, con fiorellini dalla vivace colorazione, con puntinature dorate, con cammei, perle, gioie e, ovviamente, gli immancabili stemmi ed emblemi ducali. È tipico anche il modo di rappresentare i personaggi maschili, sempre robusti e con lineamenti squadrati, che vanno a contrastare con i tratti fini e delicati dei volti delle fanciulle, le quali sembrano richiamare le pitture lombarde.
La sicurezza che oggi abbiamo nell'assegnare il nome di Matteo da Milano al *miniatore A* è data dalla conoscenza di fonti documentarie dell'epoca in cui l'artista è più volte citato quale miniatore al servizio degli Este. Altro importante dettaglio, che toglie ogni dubbio, è la possibilità di disporre di opere di confronto di certa attribuzione, come l'*Officio* di Alfonso I, manoscritto che egli eseguì interamente da solo e in cui ritroviamo i caratteri tipici del suo stile.
Sul *miniatore B* invece si hanno pareri contrastanti: l'ipotesi più accreditata sembra essere quella di identificare l'artista con Tommaso da Modena, ma in studi abbastanza recenti si sono espressi nuovi pareri secondo i quali il *Breviario* sarebbe testimonianza della fase terminale dell'attività di Martino da Modena, mentre Tommaso avrebbe solo collaborato nella realizzazione di fregi ornamentali, la decorazione filigranata a penna. Dettagli che lo rendono facilmente riconoscibile sono le teste robuste con gli occhi sporgenti e la bocca ampia, i monti dalla forma conica, costruiti a strati, nonché la stesura veloce del colore.
Anche per quel che riguarda il *miniatore C* abbiamo due ipotesi principali: alcuni sostengono si tratti di Cesare dalle Vieze, figlio del famoso miniatore Andrea dalle Vieze, altri preferiscono associarlo a Giovanni Battista Cavalletto. L'identificazione di questo terzo miniatore rimane ancora la più problematica, in quanto di Cesare non si è conservata alcuna opera di sicura attribuzione per un confronto. Anche il padre Andrea fu coinvolto nella realizzazione del manoscritto e, secondo le fonti, egli dovrebbe aver curato la trascrizione del codice e forse aver preso parte nella decorazione delle iniziali. Si parla anche di un terzo possibile artista: l'ipotesi che si tratti di Giovanni Battista Cavalletto è appoggiata da una effettiva somiglianza stilistica, in particolare per la tipologia di bordature a più colori e ricche di gioielli e inserti classicheggianti. Ad ogni modo, al di là della reale identità del terzo miniatore, possiamo dire con certezza che la mano del *miniatore C* compare nel *Breviario* nel *Proprium Sanctorum*, e si distingue dalle altre per l'ampia varietà di toni presenti nella sua tavolozza, per gli incarnati rosei e i capelli biondi con luci dorate. I paesaggi invece sono resi per lo più come distese pianeggianti sulle quali spiccano in primo piano alte rocce in grigio chiaro.
Nel Breviario troviamo all'opera il *miniatore A* nel calendario, nelle raffigurazioni dei mesi e dei segni zodiacali corrispondenti e nel frontespizio *A,* nel fregio che è riccamente decorato con perle, racemi d'acanto e animali fantastici su fondo alternato blu e rosso, con il medaglione raffigurante l'arcangelo Gabriele affiancato da due creature con corpo di pesce e testa di aquila cavalcati da due putti alati. A destra abbiamo la parte decorata con più semplicità, a candelabri, al cui centro è collocato il busto di un profeta, a sinistra la decorazione a candelabri è invece più complessa e all'interno del motivo creato dai racemi riconosciamo unicorni, delfini e le immancabili perle, con la figura di un profeta. Il fregio inferiore è maggiormente fastoso, con al centro, in un cammeo, il ritratto di Alfonso, dipinto sopra quello di Ercole, così come gli emblemi di quest'ultimo, nella *Bibbia*, furono dipinti su quelli di Borso (**Figg. 1,2**).

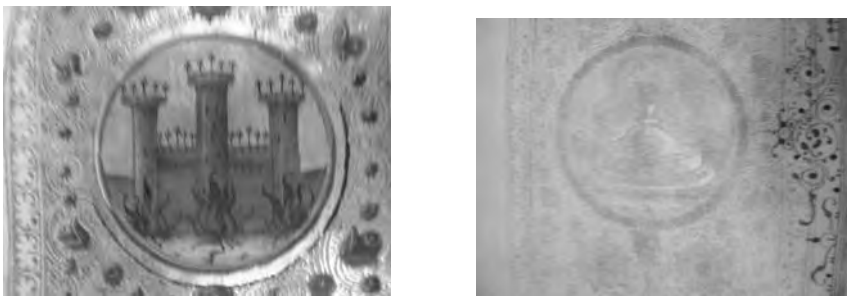


Fig. 1, 2. *L'emblema di Alfonso copre l'emblema del "forno da vetro" di Ercole, visibile in trasparenza sul verso.*



Fig. 3, 4 *Alcuni esempi di miniature del Breviario.*

Il *pendant* di questa miniatura a piena pagina è conservato nel frontespizio del *Breviario* (c. 7). Questa pagina presenta un fregio del tutto simile a quello precedente, con motivo a candelabri, perle, animali fantastici, ecc. Nella parte superiore è collocato il busto della Vergine entro un medaglione. La figura a mezzo busto dell'apostolo Paolo miniata all'interno dell'iniziale è analoga a quella della miniatura a tutta pagina: questo fa ovviamente capire che si tratta sempre della *mano A* in queste miniature, ad esclusione dei medaglioni nel fregio inferiore (raffiguranti la Predicazione e la Decapitazione) i quali sono invece da attribuire al *miniatore B*. A chiusura del *Breviario* sono raffigurati i ritratti a mezzo busto di dodici profeti entro iniziali, sempre eseguiti dal primo miniatore A al quale si devono anche i numerosi esempi di piccole figure delle *Commemorationes sanctorum* (da c. 208 *v*. a c. 217 *r*.), di una maestria incredibili.

I materiali e le tecniche per la miniatura

La tecnica pittorica utilizzata per l miniatura è la tempera. Essa prevede l'unione dei pigmenti con un legante, che può essere di varia natura: uovo, colla d'ossa, latte, latte di fico, olio di lino, ecc. Si presta bene alla realizzazione di miniature grazie alla flessibilità dello strato ottenuto e alla possibilità di creare una tavolozza cromatica ampia.
Esistevano diversi tipi di colle per stemperare i colori, ma le più usate erano la colla di pelle e quella di pergamena. Le gomme di pruno, ciliegio e mandorlo rendevano trasparenti i colori, mentre la colla di pesce, la gomma arabica e la chiara d'uovo erano utilizzate come legante. Colle e leganti venivano conservati con canfora e chiodi di garofano. Il colore molto fluido era steso con un pennello sottile, divenendo più intenso con velature successive. La brillantezza finale si otteneva con miscele di allume, zucchero e miele in soluzioni di gomma arabica o chiara d'uovo.
Nel Medioevo i pigmenti erano ricavati attraverso procedimenti talvolta semplici, talvolta molto ricercati. Uno dei primi trattati che codifica le regole di pittura, di estrazione e composizione dei pigmenti fu scritto sul finire del Trecento da Cennino Cennini (il Libro dell'arte). Questo testo delinea i confini della conoscenza pittorica di quel periodo fornendo una testimonianza sui modi di ottenere pigmenti attingendo dalla natura e in parte dalla chimica (alchimia).
La sostanza più facilmente reperibile in natura, la terra, fu impiegata fin dai tempi più antichi per le svariate sfumature di colore. Per prepararla si macinava finemente la materia prima, quindi si stemperava la polvere ottenuta in una soluzione di gomma arabica e zucchero. Le tinte ottenute dalle terre tuttavia non sono né brillanti né appariscenti: per questo motivo sono state poco utilizzate in opere di miniatura.
Per la realizzazione dei neri si utilizzavano quasi esclusivamente prodotti a base di carbone ottenuti bruciando composti organici. Il Nero di carbone detto anche nero fumo, nero di lampada, nero vegetale, nero di vite, è sicuramente uno dei pigmenti più antichi e più utilizzati in quanto economico, di facile reperibilità e molto stabile in quasi tutte le tecniche. Il nero d'ossa, composto da carbonio, apatite e calcite si preparava bruciando pezzetti di ossa, lasciando raffreddare e macinando finemente con l'aiuto di un po' d'acqua. È un pigmento dal colore opaco, utilizzato soprattutto in antichità.
La biacca, detta anche bianco d'argento o di piombo, è un pigmento noto ed usato dai tempi più antichi. Dotata di buon potere coprente; ha tendenza a scurire per azione dell'acido solfidrico, che lo trasforma in solfuro nero, Per ossidazione si trasforma in ossido di piombo marrone in pittura murale e in presenza di umidità.
Tra i gialli sono da ricordare il giallorino di (tipo 1: Pb_2SnO_4 o di tipo 2: $Pb(Sn,Si)O_3$) anche detto giallo di piombo e stagno. Si fabbrica fondendo in un crogiuolo una miscela di 3 parti di biossido di piombo e 1 parte di biossido di stagno a circa 700 °C: la reazione dà luogo a stannato o silicostannato di piombo. Scoperto probabilmente nel Medioevo, annerisce a contatto con i solfuri, è solubile in acido nitrico ed ha un eccellente potere coprente.
L'orpimento è un solfuro di arsenico utilizzato in miniatura, talvolta per sostituire l'oro nelle decorazioni, avendo un colore giallo dorato ed un discreto potere coprente. E' incompatibile con i pigmenti a base di rame e

con alcuni di piombo, con i quali reagisce formando dei solfuri neri. E' stato abbandonato nel secolo scorso per la sua tossicità.
Lo zafferano è un colorante vegetale che si ricava dagli stigmi del *Crocus sativus*, coltivato nell'Europa meridionale. Conosciuto dagli Egizi, fu utilizzato soprattutto nel XV secolo. E' piuttosto trasparente ed è solubile in acqua.
Il cinabro, solfuro di mercurio, minerale già conosciuto da molte antiche civiltà, viene prodotto artificialmente dal X sec. Ha tonalità variabili chiaro, scuro, aranciate, porpora e violetto. Ha un aspetto fine ed omogeneo e un ottimo potere coprente, ideale nella miniatura. Si decompone in acidi e si altera talora diventando nero per un passaggio di fase.
L'ossido misto di piombo rosso o minio fu utilizzato dai Greci e dai Romani e durante il medioevo nei manoscritti. Si trova in quantità limitate anche allo stato naturale, ma per lo più viene ottenuto sinteticamente riscaldando a 480 °C sali di piombo facilmente decomponibili, o la cerussa. Le caratteristiche del pigmento variano a seconda della preparazione. Il colore è un rosso-arancio molto carico, con un elevato potere coprente. È piuttosto stabile, resta inalterato in alcali, ma è solubile in acidi.
Il solfuro rosso d'arsenico o realgar ha un elevato potere coprente, annerisce con i solfuri e viene attaccato dagli acidi. Si utilizza generalmente mescolato all'orpimento, nella tempera e nell'encausto mentre è sconsigliato per l'affresco e l'olio. Come l'orpimento è tossico ed è quindi stato abbandonato.
L'ematite largamente utilizzata in tutte le tecniche, data la buona stabilità e l'elevato potere coprente, rientra tra i pigmenti più antichi ed è in uso in tutti i periodi storici. È interessante notare come il minerale di provenienza sia di colore nero-grigio, mentre la polvere appare rossa.
Tra i blu ricordiamo l'azzurrite, carbonato basico di rame, uno dei colori più antichi e più utilizzati. È un azzurro intenso, se macinato non molto fine. Pigmento di notevole stabilità nelle normali condizioni ambientali, ha tendenza a diventare verde trasformandosi in altri sali basici rameici nelle pitture murali, sotto l'azione dell'umidità e di altri agenti. È inoltre solubile in acidi. È stato largamente impiegato in tutte le tecniche ma soprattutto nella tempera su tavola e nella pittura murale.
Il lapislazzuli detto oltremare naturale, è un silicato blu. Spesso veniva mescolato con un pigmento bianco per dare un maggiore effetto coprente. È molto costoso e non semplicissimo da reperire in quanto, fino al XIX secolo l'unica fonte di provenienza era Badakhshan in Afghanistan.
L'indaco, di origine vegetale, presenta un colore blu intenso con sfumatura violetta. È chimicamente stabile, anche se tende a sbiadire alla luce.
Il verderame detto anche Verdigris, è un verde molto brillante con toni azzurri. Anticamente si otteneva per corrosione del rame con l'aceto. Ha una buona resistenza alla luce, ma scarsa agli agenti atmosferici; tende inoltre a sbiadire o annerire, soprattutto se mescolato con pigmenti a base di solfuri. In miniatura a volte corrode il supporto.
La malachite, carbonato basico di rame, usata lungo tutta la storia dell'arte. È un verde bottiglia chiaro e solitamente presenta una macinazione grossolana. È un pigmento resistente e stabile alle normali condizioni ambientali in quasi tutte le tecniche pittoriche, però rimane sensibile ad acidi e basi.
Per quanto riguarda i codici manoscritti, oltre alla tavolozza di pigmenti, è importante citare almeno altri due componenti, ovvero l'oro e l'inchiostro.L'oro è quasi sempre presente nei manoscritti di pregio: il metallo veniva ridotto in polvere, quindi veniva mischiato con un prodotto colloso, soprattutto albume d'uovo o gomma arabica liquida (oro in conchiglia). Il prodotto così ottenuto poteva essere utilizzato sia per la scrittura, che per riempire sfondi o creare sottili decorazioni molto precise. Si utilizzava anche l'oro in lamina, applicato nella forma prestabilita su uno strato di bolo armeno e fissato con l'aiuto di un legante sulla pergamena pretrattata. L'argento, metallo di facile reperibilità, tende ad annerire e perdere facilmente la sua luminosità: per questo il suo uso sia in pittura che nei manoscritti è sempre stata limitata. Di minor valore economico, ma non per questo meno importante, è l'inchiostro. In occidente, fin dall'epoca romana, era in uso un tipo particolare d'inchiostro, detto ferrogallico. Questo prodotto viene ottenuto dalle "galle" di alcune piante, ricche di tannino, con solfato di ferro e gomma arabica come legante. Di questo particolare inchiostro esistono comunque diverse varianti a composizione differente: esso è sostanzialmente l'inchiostro di riferimento dal medioevo fino al 1950. Prodotto acido e di facile reperibilità, può causare delle "bruciature" sul supporto; inoltre può schiarire col tempo, passando da nero a marrone.

Indagini scientifiche

Lo scopo di queste indagini è quello di determinare la natura delle sostanze utilizzati nella pittura delle miniature. Un primo problema era la preziosità dell'opera e, quindi, la impossibilità di ricorrere a prelievi per le indagini. Una tecnica che appare adatta alle esigenze è la microscopia Raman, che permette di misurare le frequenze vibrazionali delle molecole, attraverso le quali possono essere investigate natura chimica e mineralogica dei materiali.

Gli spettri Raman sono ottenuti irradiando il campione con una sorgente laser visibile o infrarossa. Una piccola parte della luce incidente viene invece diffusa a lunghezze d'onda maggiori e minori di quella della luce laser (diffusione Stokes e anti-Stokes). Le differenze di energia delle righe Raman rispetto all'energia della riga laser sono le frequenze dei picchi Raman, espresse in numero d'onda (cm^{-1}). La radiazione diffusa di Stokes viene misurata con un opportuno strumento. Sfruttando l'uso di un microscopio associato allo spettrometro, si può dedurre la composizione chimica può di campioni di pochi μm di grandezza. Oltre a non essere un metodo distruttivo, la microscopia Raman offre ottimi risultati, specialmente nel campo dei beni culturali, dove viene ormai largamente utilizzata come tecnica per l'identificazione di pigmenti su pitture, affreschi e miniature. Può essere impiegata anche *in situ* con opportuni strumenti portatili e il risultato è immediato, per cui lo spettro è subito confrontabile con specifici database di spettri e interpretabile.
In alcuni casi non è possibile ottenere spettri, come i composti ionici, numerose sostanze organiche (se dotati di fluorescenza che maschera l'effetto Raman), mentre per i composti inorganici, generalmente, non si presentano problemi, essendo questi ottimi buoni "diffusori".
Per il presente studio sono stati utilizzati due microscopi Raman uno fisso Labram della Jobin-Yvon Horiba e uno portatile SE633 sempre della stessa ditta, provvisti entrambi di laser a 633 nm, potenza massima 5 mw, CCD con 1026x 256 pixel, detector raffreddato per effetto Peltier a -70°C.
Le indagini sono state svolte su due fronti per poter confermare con maggior sicurezza i risultati. Da un lato la microscopia Raman è stata applicata direttamente sul manoscritto, con strumentazione portatile, puntando il microscopio sui colori di maggiore interesse. Dall'altro si sono analizzati i minuscoli frammenti e il pulviscolo che nel tempo si erano raccolti vicino alla piega delle pagine. Questi sono stati raccolti nella piega di cucitura delle carte asportando il materiale con un cotton-fioc. I campioni sono poi stati imbustati singolarmente ed etichettati con il numero delle carte corrispondenti (verso e recto). Data la dimensione dell'opera, sono state scelte le carte dalle quali prelevare, o per la ricchezza di frammenti o per la corrispondenza con parti interessanti del *Breviario*.

Risultati e Discussione

L'attenta osservazione al microscopio dei cotton-fioc ha portato all'individuazione di diversi frammenti di materiale analizzabile tramite la microscopia Raman. La maggior parte di essi è riconducibile ai pigmenti e agli inchiostri utilizzati per la realizzazione del manoscritto, (**Fig. 5**) ma troviamo anche fili colorati appartenenti alla rilegatura e frammenti di colle e leganti non analizzabili con questa tecnica a causa dell'elevata fluorescenza.

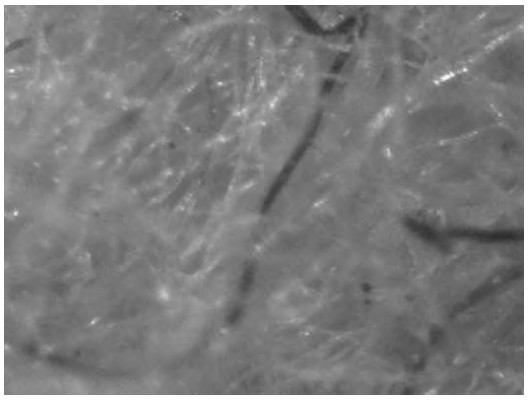


Fig. 5. *Ingrandimenti di cotton-fioc con frammenti di pigmento e fili.*

Il riconoscimento degli spettri è stato condotto su spettri di materiali noti. Qui di seguito viene riportata la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti, seguita da alcuni spettri Raman rappresentativi.
Azzurri. Sono stati rinvenuti in quantità quasi equivalente oltremare (lazurite) e azzurrite (si rimanda alle tabelle allegate). In alcuni casi i pigmenti provengono dalle stesse pagine ma , anche con misure dirette effettuate mediante apparecchiatura Raman portatile non è stato possibile chiarire se siano stati usati in miscela tra loro, come è stato ipotizzato per la *Bibbia* di Borso d'Este [a].
Rispetto a quest'ultima si nota un uso maggiore di azzurrite, più economica, con un conseguente risparmio sui costi dei materiali. L'indaco non proviene solo dai fili della rilegatura accidentalmente mescolati ai pigmenti tra le pagine del codice ma anche dalle pagine miniate, come è stato confermato dalle indagini in situ: il colorante è molto frequente nei codici dell'Alto Medioevo e più raro nel Rinascimento – è stato individuato anche nella *Bibbia* di Modena – e la sua presenza potrebbe essere un ulteriore indizio di una tendenza al risparmio sulle materie prime.

Rossi. Prevale largamente il cinabro, costantemente usato in miniatura, mentre in un caso è stata raccolta una particella di minio, di tonalità arancione. Il minio, che è citato nei documenti relativi ad artisti ferraresi coevi al *Breviario*, non era stato rilevato nelle prime analisi della *Bibbia,* ma non è sfuggito ad ulteriori indagini.
L'ossido di rame, marrone-rossiccio, porebbe derivare da un alterazione dell'azzurrite ma potrebbe essere anche una aggiunta intenzionale: alcune fonti parlano infatti di marroni ottenuti scaldando il verderame ad alta temperatura, ottenendo così un bruno di rame (a base appunto di ossidi del metallo), si tratta comunque di indicazioni che meritano ulteriori approfondimenti di studio.
Non sono state individuate sostanze organiche che indicherebbero l'uso di coloranti o lacche rosse, di origine vegetale o animale, molto diffuse all'epoca, presenti invece nella *Bibbia*.
Gialli. Mentre nessuna delle particelle campionate tra le pagine è risultata gialla, le indagini eseguite in situ con la spettroscopio Raman portatile hanno rilevato un colorante organico molto fluorescente in alcune campiture gialle, non esattamente identificabile. I miniatori si servivano di diversi tipi di coloranti di origine vegetale per preparare le *pezzuole*, stoffe di lino imbevute di tinture e di allume, citate dal *De Arte Illuminandi* e da Cennini, da cui ricavare velature gialle: venivano utilizzati ad esempio zafferano, curcuma, spincervino, reseda.
Verdi. Anche se non si possono escludere mescolanze di pigmenti azzurri e di gialli (minerali o organici), i verdi del *Breviario* sembrano essere basati esclusivamente sulla malachite, come nella *Bibbia*, sostanza colorante di pregio, che dovrebbero corrispondere al termine *verde azzurro* che appare varie volte nelle fonti scritte ferraresi del XV secolo.
Bianchi. Le particelle di gesso raccolte in un caso potrebbero provenire dalle preparazioni per le dorature, che erano fatte appunto con gesso, a cui erano spesso aggiunti biacca, zucchero, colle animali a formare quello che le fonti chiamano *asiso* o *sisa* .
Metalli. Possiamo ragionevolmente supporre che le particelle che appaiono dorate siano costituite da oro, puro o in lega con argento o rame. Si arriva a tali conclusioni considerando che la microscopia Raman non identifica gli elementi (e le leghe) bensì i composti, ma che d'altra parte non è emersa la presenza di sostanze dall'aspetto dorato in grado di sostituire il metallo prezioso come l'orpimento, la porporina, i gialli di piombo. Questo è confermato dalle osservazioni in situ, dove al microscopio le parti dorate appaiono lucenti, posate su uno strato preparatorio rossiccio. In effetti il *De Arte Illuminandi* spiega come al gesso sotto alle dorature erano sovente aggiunti pigmenti rossi come le ocre, il minio, il cinabro: quest'ultimo è stato rilevato nella *Bibbia*.
Leganti. Non stato possibile ricavare dati utili sui leganti con le tecniche analitiche adottate. Ricordiamo solo come i leganti più utilizzati nelle miniature fossero le proteine – bianco e rosso d'uovo (individuate nella *Bibbia*), e le gomme vegetali (polisaccaridi), talvolta miscelati tra loro.
Inchiostri. Alcune particelle marroni mostrano lo spettro caratteristico degli inchiostri ferrogallici, tipici della scrittura medievale. Erano ottenuti dalla reazione tra il solfato ferroso e gli acidi dei tannini contenuti in varie parti di piante, in particolare nelle galle (escrescenze causate da attacchi di insetti); col tempo tendono ad imbrunire.

	CAMPIONI (numeri carte)	**SOSTANZE IDENTIFICATE**						
1	**cc. 3 v. - 4 r.**	Az	C	He	La	Gy	Ma	Mg
2	**cc. 4 v. - 5 r.**	Az	La					
3	**cc. 19 v. - 20 r.**	Ci						
4	**cc. 20 v. - 21 r.**	Ci	La					
5	**cc. 21 v. - 22 r.**	La	Ci	Az				
6	**cc. 23 v. - 24 r.**	La	Go	Az	Mi	FeG	In	
8	**cc. 32v - 33 r.**	Az	C					
9	**cc. 33 v. - 34 r.**	Ci						
10	**cc. 41 v. - 42 r.**	He	Az	C	La	FeG	Au	
11	**cc. 42 v. - 43 r.**	**In**	La					
12	**cc. 41v - 42 r.**	Az	Ci	Cu_2O	Au			
13	**cc. 43v - 44 r.**	In						
14	**cc. 45v - 46 r.**	Az	La					
15	**cc. 49v - 50 r.**	La	**In**					
16	**cc. 51 v. - 52 r.**	FeG	Az	He				
17	**cc. 52v - 53 r.**	Ci	Az	FeG				

18	**cc. 54v - 55 r.**	In						
19	**cc. 61 v. - 62 r.**	Az						
20	**cc. 70v – 71r.**	Ci	C	Az	Au			
21	**cc. 71v -72 r.**	Az						
22	**cc. 81v - 82 r.**	Az	Ci	FeG	La	Au		
23	**cc. 82v - 83 r.**	Az						
25	**cc. 91v - 92 r.**	Au						
26	**cc. 92v – 93r.**	Cu_2O						
28	**cc. 114v – 115r**	La						
30	**cc. 135v – 136r**	Ci	Au					
31	**cc. 141v - 142 r.**	La	C					
32	**cc. 151v - 152 r.**	La						
33	**cc. 161v - 162 r.**	La						
35	**cc. 222v -223 r.**	La	Az	Au	Ma			
36	**cc. 226v - 227 r.**	**In**						
37	**cc. 323 v - 324 r.**	Az						
38	**cc. 362v - 363 r.**	FeG	Ci	La	Az	Au		
39	**cc. 379 v - 380 r.**	Az						
41	**cc. 386 v - 387 r.**	Az						
42	**cc. 402 v - 403 r.**	Az	La	Ci	**In**			
43	**cc. 469v - 470 r.**	Ci						

Tabella 1. Legenda Au: *oro,* Az: *azzurrite*, C: *carbone*, Ci: *cinabro*, Cu_2O: *ossido di rame*, FeG: *inchiostro ferrogallico,* Go: *goethite*, Gy: *gesso*, He: *ematite,* In: *indaco,* La: *lapislazzuli,* Ma: *malachite,* Mg: *magnetite,* Mi: *minio;* In grassetto sono indicati i pigmenti usati per colorare i fili della rilegatura

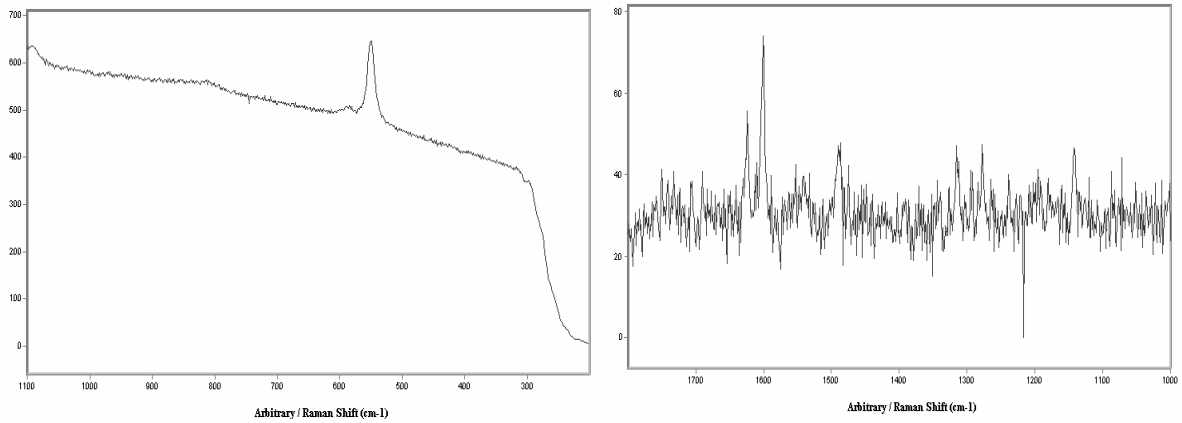


Figura 6. *Sostanza incognita dalle cc. 3 v. - 4 r (sin), materiale resinoso dalle cc. 4 v. - 5 r.*

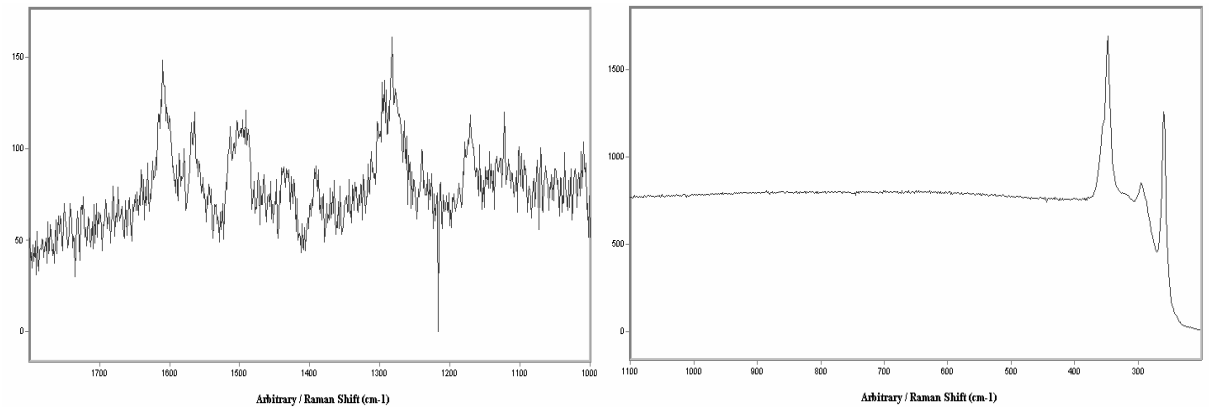


Figura 7. *Filo rosso dalle cc 5 v. - 6 r; Rosso cinabro dalle cc. 19 v. - 30 r.*

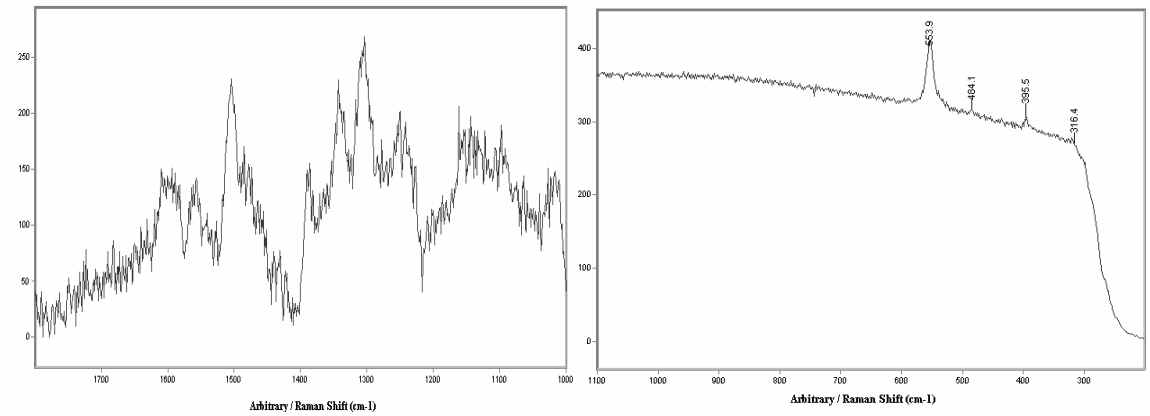


Figura 8. *Filo viola dal campione cc. 21 v. - 22 r; Minio dal campione cc. 23 v. - 24 r.*

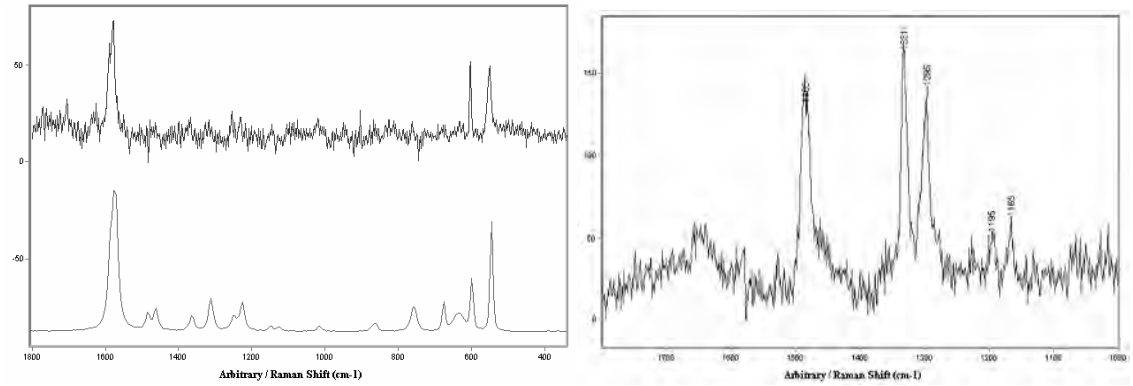


Figura 9. Spettro di *Indaco dalle cc. 23 v. - 24 r. (confronto con spettro di Clark); Filo rosso (colorante sconosciuto) dalle cc. 33 v. - 34 r.*

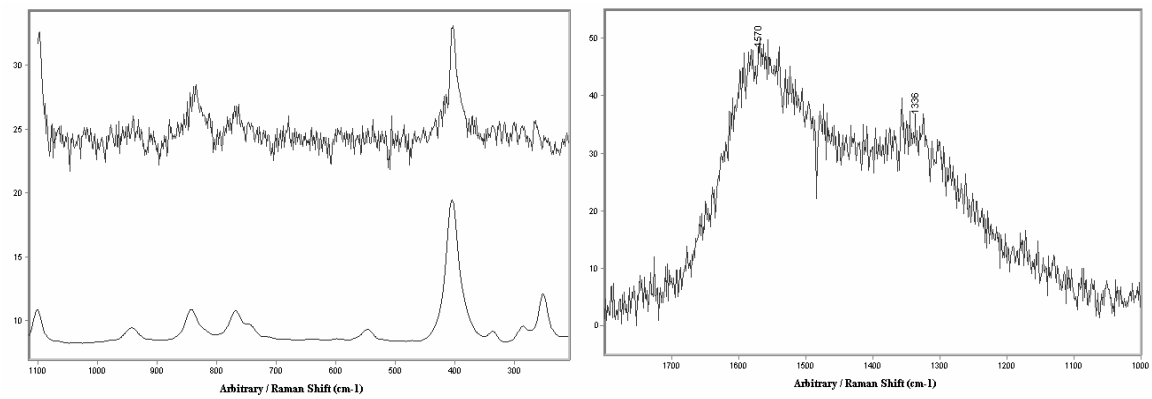


Figura 10. *Azzurrite (confrontato con spettro di Clark) e Nero di carbone dalla c. 32v-33 r.*

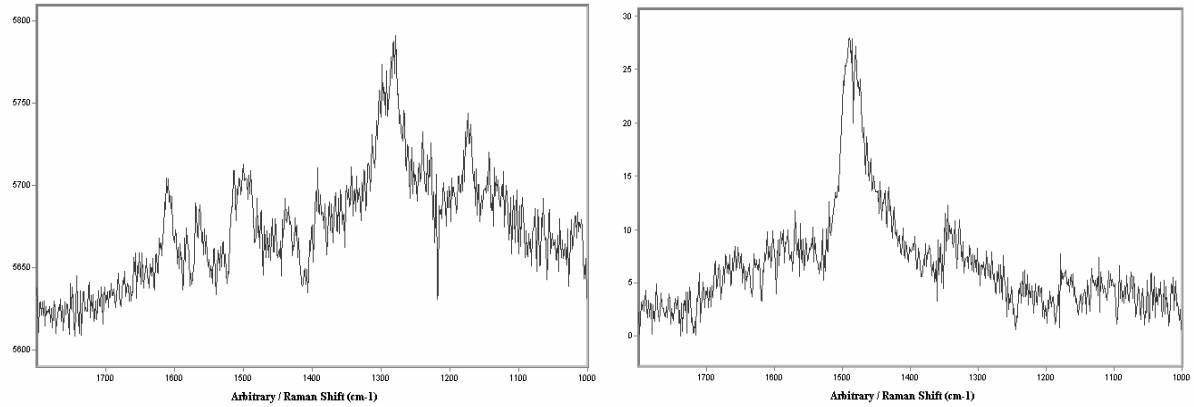


Figura11. *Filo rosso (colorante sconosciuto) dalle cc. 41 v. - 42 r; Inchiostro ferrogallico dalle cc. 51 v. - 52 r.*

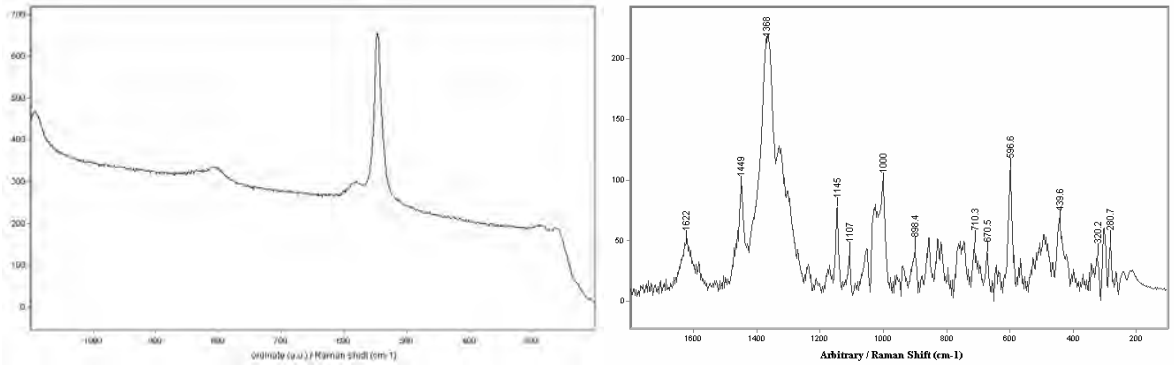


Figura 12. *Lapislazzuli (lazurite) e filo color malva dalle cc. 51 v. - 52 r.*

Conclusioni

In base ai risultati ottenuti è possibile trarre alcune conclusioni. Innanzitutto bisogna evidenziare il fatto che la tavolozza identificata non è completa: colori come il giallo e il bianco, infatti, pur essendo utilizzati nel *Breviario*, non sono si riscontrano nei campioni raccolti. Invece si trovano frequentemente frammenti di pigmenti blu (lapislazzuli e azzurrite, **Figg. 6, 12**,) e rossi (cinabro, **Fig.7**), colori che effettivamente predominano nel manoscritto. Si può pensare che questa diversità di attestazione di frammenti sia legata alla differente quantità di pigmento impiegata. Rosso e blu sono spesso utilizzati per grandi campiture, come lo sfondo, in cui questi due colori sono sempre stesi in modo da essere intensi e coprenti. La stesura di più mani di colore può comportare una maggiore tendenza a screpolarsi. Al contrario colori come il giallo e il bianco sono utilizzati per dipingere campiture modeste e dettagli: ciò richiede una stesura del colore precisa ma non necessariamente un elevato numero di mani.
Sempre parlando del colore blu, si nota un certo equilibrio nella quantità di azzurrite e di lapislazzuli utilizzata nel manoscritto. Si può dedurre che, rispetto alla splendida *Bibbia* di Borso d'Este, ci troviamo di fronte ad un codice sì prezioso, ma di qualità inferiore per quel che concerne il capitale investito.
La presenza di azzurrite infatti, forse mescolata alla lazurite, indica che si intende ammortizzare i costi di realizzazione "diluendo" il prezioso oltremare con un pigmento di minor pregio, anche se egregio nella resa, come in effetti è l'azzurrite.
L'oro invece risulta essere autentico: la spettroscopia Raman fornisce uno spettro solo per i composti e non per gli elementi e non sono state trovate tracce di quei pigmenti dall'aspetto dorato che in genere venivano utilizzati per sostituire il metallo prezioso, come ad esempio l'orpimento, il giallorino, il giallo di Napoli o la porporina. Inoltre, analizzando dettagli ingranditi al microscopio direttamente sul *Breviario*, è possibile notare come l'oro sia ancora brillante (a differenza ad es. della porporina) nonché la presenza di uno strato preparatorio di bolo armeno (**Fig.13**).

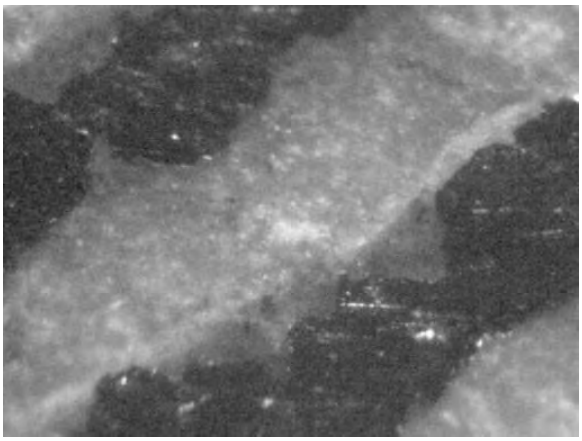


Figura 13. *Ingrandimenti di decorazione in oro con sottostante bolo armeno.*

Per quanto riguarda i fili della rilegatura, rinvenuti numerosi e di molti colori nei campioni, essi risultano tutti tinti con pigmenti organici, ma è stato possibile identificare con certezza solo i fili tinti con l'indaco (**Fig. 9**), come si può intuire dalla tabella riassuntiva dei risultati e dai vari spettri Raman incogniti (**Figg. 6, 7, 9, 10, 12**). Tutti i composti individuati con certezza sono effettivamente pigmenti largamente conosciuti ed utilizzati all'epoca di realizzazione del manoscritto, nonché tipici della tecnica della miniatura. Possiamo dunque supporre, anche se non con assoluta certezza, che sul *Breviario* non siano stati effettuati restauri pittorici se non negli anni immediatamente successivi alla realizzazione del codice (correzioni effettuate sotto il regno di Alfonso I). Questo lo deduciamo dall'assenza di pigmenti di scoperta o introduzione posteriore, come il giallo di Napoli o il blu di Prussia.

BIBLIOGRAFIA

M. Salmi, *Pittura e miniatura a Ferrara nel primo Rinascimento*, Milano, 1961.
P. Di Pietro Lombardi (a cura di), *Miniature e disegni nei manoscritti della Biblioteca Estense*, Modena, 1984.
J. H. Hermann, *La miniatura estense*, cura, apparati e note di F. Toniolo; introd. di Giordana Mariani Canova, 1994.
A. Franceschini*, Artisti a Ferrara in età umanistica e rinascimentale: testimonianze archivistiche (dal 1493 al 1516)*, Ferrara, 1997.
A. M. Visser Travagli, G. Mariani Canova, *La miniatura a Ferrara: dal tempo di Cosmè Tura all'eredità di Ercole de' Roberti*, Ferrara, Catalogo mostra del 1998.
R. Iotti (a cura di), *La corte di Ferrara*, Modena, 1997.
A. Spaggiari, G. Trenti, *Gli stemmi estensi ed austro-estensi: profilo storico*, Modena, 1985.
G.Pazzi, *Borso d'Este: il magnifico di Ferrara*, 1935.
J. Bentini, *Gli Este a Ferrara: una corte nel Rinascimento*, catalogo mostra, Milano, 2004.
G.Bologna, *Manoscritti e miniature: il libro prima di Gutenberg*, 1994.
G. Piva (a cura di), *L'arte del restauro: il restauro dei dipinti nel sistema antico e moderno*, Milano, 2001.
J. Dufilho, C. Coupry, *Anal. of an illuminated medieval manuscript*, Analysis (Magazine) 20 (1992)M14-M20.
R. J. H. Clark - P. J. Gibbs, *Raman Microscopy of a 13th Century Illuminated Text*, Anal. Chem., 70 (1998)99A.
Edwards HGM., *Illumination of a mediaeval mistery*, J Molecular Structure 661(2003)271.
A. Jurado-Lopez, et al, *Analysis of the palette of a precious 16th cent. illuminated Turkish Manuscript*, Journal of Raman Spectroscopy 35 (2004) 119
F. Brunello, *De arte illuminandi e altri trattati sulla tecnica della miniatura medievale"*, Neri Pozza,Vicenza, 1975.
P.Bensi, "*Dalle fonti alle analisi: considerazioni sui risultati delle indagini scientifiche compiute sulla Bibbia di Borsod'Este"*, in corso di pubblicazione nel "*Bollettino d'Arte", 2008.*
C.Cennini, *"Il libro dell'arte"*, a cura di F.Frezzato, Neri Pozza, Vicenza, 2003.
D. Fava, La Biblioteca Estense nel suo sviluppo storico, Modena, Vincenzi, 1924.

MISURE MICROGEOFISICHE SULLA STATUA DEL S. MICHELE ARCANGELO (SCUOLA GAGINIANA, XVI SEC.)

P. Capizzi[*], P.L. Cosentino[**], G. Fiandaca[***], R. Martorana[****], P. Messina[*****], I. Razo Amoroz[******]

Università degli studi di Palermo, Dipartimento CFTA, Via Archirafi 26, 90123 Palermo, tel. 0916169703
[*]Assegnista di Ricerca, email: patrizia.capizzi@unipa.it
[**] Professore Ordinario, email: pietro.cosentino@unipa.it
[***] Assegnista di Ricerca, email: gianluca.fiandaca@unipa.it
[****]Assegnista di Ricerca, email: r.martorana@unipa.it
[*****]Assegnista di Ricerca, email: paolo.messina@unipa.it
[******]Dottorando di Ricerca, email: i.razo@unipa.it

Abstract

Nel quadro delle indagini preliminari al restauro della statua in marmo dipinto di S. Michele Arcangelo (scuola Gaginiana, XVI sec.) conservata alla Galleria Regionale di Palazzo Abatellis e temporaneamente trasferita per il restauro al Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro della Regione Sicilia, sono state eseguite alcune indagini non invasive con metodi microgeofisici.
Le indagini hanno avuto i seguenti scopi:
- Rilevare la presenza di eventuali inserti metallici interni alla statua attraverso l'utilizzo di metodologie elettromagnetiche (indagini pacometriche e profili GPR);
- Controllare l'estensione, verso l'interno, di una importante lesione presente sull'esterno della statua, utilizzando onde elastiche a frequenza ultrasonica;
- Verificare lo stato meccanico (parametri elastici) del marmo costituente l'opera, attraverso lo studio delle velocità di propagazione delle onde elastiche;
- Controllare lo spessore dello strato superficiale di degrado delle proprietà meccaniche del marmo ed il relativo livello di degrado (metodologia GTT©, Dromocrona Tomografica Globale);
- Localizzare eventuali anomalie di emissività nella statua (attraverso misure termografiche);
- Acquisire i dati relativi all'impronta sonica della statua, secondo la nuova metodologia brevettata da parte dell'Università di Palermo, finalizzata sia a registrare un dato identificativo certo per il futuro riconoscimento dell'opera rispetto ad eventuali copie o contraffazioni, sia al monitoraggio di eventuali fenomeni di degrado all'interno dell'opera.
Le indagini hanno consentito di individuare e localizzare gli inserti metallici nella statua; verificare l'estensione dell'ampia lesione osservabile in superficie; valutare lo stato del marmo interno della statua; identificare lo strato superficiale degradato su tutta la superficie della statua; localizzare dei residui di pigmento in foglia d'oro sulla superficie della statua; acquisire l'impronta sonica della statua, che è stata convertita in un codice a barre da inserire nella cartella d'archivio museale dell'opera.

Introduzione

La statua in marmo dipinto di S. Michele Arcangelo (scuola Gaginiana, XVI sec.), conservata nella Galleria Regionale di Palazzo Abatellis di Palermo, ha un'altezza 104 cm, una larghezza di 45 cm e uno spessore 38 cm, e raffigura S. Michele Arcangelo in piedi, alato e vestito di lorica. Nella mano sinistra tiene uno scudo sul quale è scolpito il nome di Gesù (IHS) attorniato da raggi. Ai suoi piedi vi è il demonio sconfitto con le sembianze di drago. La mano destra, oggi mancante, probabilmente doveva reggere la spada.
Un'analisi dello stato di conservazione della statua ha permesso di rilevare i principali processi di degrado fisico, chimico e biologico presenti sulla scultura:
Processi fisici:
– *Deposito superficiale*: accumulo di materiali estranei di varia natura, come terriccio, polvere, etc.
variamente esteso su tutta la superficie lapidea. Questo deposito, che può essere incoerente o coerente e più o meno aderente al substrato, dona alla superficie una colorazione grigiastra.
– *Mancanze*: nel manufatto sono presenti alcune evidenti mancanze localizzate maggiormente nel naso, nelle parti terminali delle ali e sull'abito; inoltre non è più presente parte della mano destra.
– *Lacune*: in ispecie delle dorature, estese diffusamente e di considerevole entità.
– *Fratture*: dovute probabilmente ad una caduta della statua, localizzate prevalentemente sull'ala destra e nella parte inferiore della statua, che si estende dal ginocchio dell'arcangelo sino alla parte retrostante.
– *Abrasioni*: di piccola e media entità, localizzate soprattutto sull'ala destra in corrispondenza delle fratture e nella parte inferiore della statua. Inoltre, sulla parte destra dello scudo è presente un'abrasione probabilmente dovuta ad una rilavorazione dello scudo stesso.

– *Incrostazioni*: abbastanza coerenti e di colore bruno localizzate dietro lo scudo.
– *Interventi di restauro precedenti*: la statua presenta un'integrazione consustanziale nel piede destro realizzata probabilmente di recente, innestata sul manufatto originale tramite un perno in bronzo e fissata tramite incollaggio e successiva stuccatura del giunto tra le parti. Anche la mano destra ha subito un intervento di integrazione non consustanziale, realizzato in malta e ancorato tramite perno in ferro e successivo incollaggio, non più avente né coerenza né una forma ben definita. Ridipinture localizzate nella parte inferiore della statua, soprattutto dietro lo scudo dal lato sinistro presso la campitura di colore azzurro.
La stesura pittorica si presenta dello stesso colore ma ha una diversa consistenza, è molto grossolana e stesa maldestramente.
– *Presenza di elementi metallici*: sulla testa, forse a supporto di un elemento decorativo, probabilmente in bronzo; sul retro della statua sono presenti delle staffe metalliche incassate all'interno del materiale costitutivo e poi stuccate con differenti tipologie di malte, perni di giuntura localizzati nel piede destro (in bronzo) e nella mano destra (in ferro).
Processi Chimici:
– *Patina:* di colore bruno e di vario spessore e coerenza che si estende sull'intera superficie, dovuta probabilmente all'alterazione di sostanze estranee sulla superficie. Probabilmente si tratta di una patina di ossalato di calcio.
Processi biologici:
– Non sono presenti fenomeni di degrado biologico evidenti ad occhio nudo.

Indagini microgeofisiche

Il programma di indagini microgeofisiche eseguite sulla statua in marmo di San Michele Arcangelo è stato articolato in modo tale da ottenere il maggior numero di informazioni, qualitativamente utili per una caratterizzazione fisica e per un'analisi del degrado del manufatto, attraverso l'integrazione di varie metodologie.
La procedura di indagine è stata così articolata:
– Rilievo pacometrico: si tratta di una "scansione" speditiva dell'intero manufatto, al fine di individuare la presenza di eventuali inserti metallici non visibili dall'esterno. La tecnica è molto rapida e non necessita di particolari elaborazioni dei dati acquisiti.
– Indagini ultrasoniche, per un caratterizzazione fisico-meccanica dei materiali e per l'analisi del degrado (fratture, etc.);
– Indagini elettromagnetiche ad alta frequenza (georadar), per una caratterizzazione delle proprietà elettromagnetiche dei materiali, per l'individuazione di inserti, di fratture e di cavità interne al manufatto;
– Indagini termografiche IR, per l'individuazione di inserti superficiali e per il riconoscimento di materiali diversi;
– Rilievo dell'*impronta sonica*©, per l'identità fisica del manufatto.

Rilievo pacometrico

Come detto, con tale tecnica è possibile effettuare, in tempi relativamente rapidi e con risultati immediati, una scansione dell'intero oggetto, almeno nelle aree pseudo-planari dove la sonda può essere accostata, allo scopo di individuare la presenza di inserti metallici, generalmente utilizzati per la realizzazione o per successivi restauri delle opere d'arte.
La strumentazione utilizzata è il pacometro Elcometer Protovale, fornito di due sonde (standard e "*deep cover*") capaci di rilevare la presenza degli elementi metallici a varie profondità. Con un'adeguata taratura dello strumento e in particolari condizioni, è possibile non solo identificare la presenza del metallo, ma anche di valutarne il diametro (solitamente si tratta di tondini) e la profondità alla quale è posto.
Il rilievo sulla statua di San Michele Arcangelo (fig. 1) ha consentito di individuare:
– Un perno sulla mano destra a pochi mm di profondità e con diametro di 5 mm.
– Un perno sul piede destro a circa 30 mm di profondità e con diametro di 5 mm.
– Un inserto orizzontale sul retro della statua, fra le ali, a 8 mm di profondità e con diametro di 5 mm,
– Un inserto verticale sull'ala destra, in corrispondenza delle fratture e della stuccatura, a 12 mm di profondità
e con diametro di 5 mm. Tale inserto è stato successivamente messo in luce utilizzando un micromotore di precisione per la rimozione meccanica della malta cementizia (grappa in tondino di ottone, fig. 2).
Tutti gli inserti sono stati chiaramente individuati senza dubbio alcuno, dal momento che i segnali prodotti sono risultati di ampiezza rilevante a causa della relativa limitatissima copertura e della natura dei materiali utilizzati.



Figura 1. Rilievo pacometrico lungo l'avambraccio destro della statua.



Figura 2. Esposizione della grappa in bronzo rilevata con l'indagine pacometrica.

Indagini ultrasoniche

Per le indagini ultrasoniche eseguite sulla statua di San Michele Arcangelo è stata utilizzata una strumentazione multicanale, prodotta dalla azienda italiana Boviar, dotata di trasduttori con frequenza centrale di 55 kHz.
L'applicazione della metodologia consente di caratterizzare il materiale da un punto di vista fisico-meccanico in quanto il parametro studiato, cioè la velocità delle onde elastiche, è direttamente correlato alle proprietà meccaniche (densità e moduli elastici) del mezzo indagato.
Le misurazioni sono state eseguite, utilizzando la tecnica di acquisizione per trasparenza, posizionando le sonde riceventi e trasmittenti in varie porzioni della statua: torace, scudo, bacino, ali, ornamenti alla base, etc.
Le distanze tra i punti utilizzati come sorgente ed i punti utilizzati come ricevente, misurate sulla statua per mezzo di un grosso calibro in legno appositamente costruito, e i tempi di volo delle onde elastiche, individuati nei sismogrammi con operazioni di picking dei tempi di primo arrivo, hanno consentito di calcolare la velocità delle onde elastiche (longitudinali) nelle zone prescelte e ritenute significative per la caratterizzazione dell'intero manufatto.
L'accoppiamento tra il manufatto e le sonde ultrasoniche, necessario per una buona trasmissione dell'energia sismica e la conseguente buona qualità del segnale ricevuto, è stato garantito dall'utilizzo di una plastilina morbida aderente ai trasduttori. Questa, a sua volta, è stata ricoperta da un sottilissimo strato di pellicola trasparente per salvaguardare la pulizia della statua.
Allo scopo di aumentare il rapporto segnale/rumore e consentire una più semplice lettura dei tempi di primo arrivo, per la procedura di stacking (prevista dallo strumento) sono stati scelti valori molto elevati per il numero delle ripetizioni (circa 100). In pratica, quindi, ogni segnale osservato risultava la media di circa 100 segnali, ripetuti con la stessa posizione del trasduttore trasmittente e di quello ricevente.
Nella Tabella 1 è riportata una sintesi delle misure eseguite "per trasparenza", comprensiva dei valori di velocità calcolati nelle varie parti della statua (fig. 3).

Punti della statua	Tempi di volo (*ms*)	Spazio percorso (*mm*)	Velocità mediate sul percorso (*m/s*)
Addome	0.038	152	4000
Sterno	0.036	146	4056
Bacino	0.042	182	4333
Ala Destra	0.0195	46	2359
Base parte sinistra	0.025	75	3000
Testa diavolo	0.0567	251	4427
Centro dello scudo	0.078	329	4218

Tabella 1 – Velocità medie delle onde ultrasoniche calcolate in vari punti della statua di San Michele Arcangelo



Figura 3. Rilievo pacometrico lungo l'avambraccio destro della statua.

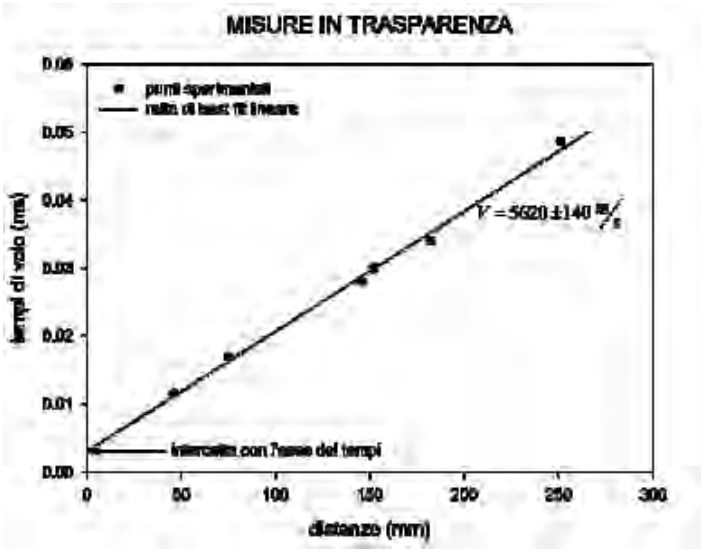


Figura 4. Esposizione della grappa in bronzo rilevata con l'indagine pacometrica.

I dati così ricavati sono stati utilizzati per la costruzione della GTT©, cioè la dromocrona tomografica globale sviluppata (e brevettata) dall'Università di Palermo. La GTT© consente di valutare le caratteristiche medie del marmo nonché lo spessore (ed il livello di degrado meccanico) dello strato esterno degradato quasi sempre presente in statue lapidee.

Per eseguire le misure relative alla dromocrona tomografica è stato necessario acquisire una serie di dati relativi a percorsi interni, nella modalità "trasparenza", cercando di indagare la maggior parte del corpo della statua (dati in fig. 4). Successivamente sono state eseguite le cosiddette misure "vicine", tra punti posti sulla stessa superficie esterna, a distanze che vanno da pochi millimetri fino a qualche decina di millimetri (nel nostro caso 60 mm, dati in fig. 5)).

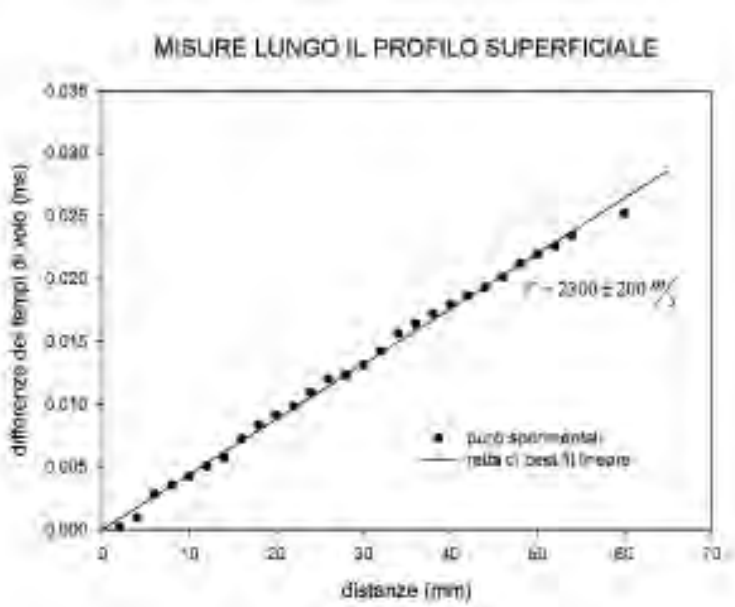


Figura 5. Misure della GTT©, relative a percorsi "vicini", eseguite con onde "dirette"

I risultati mostrano un'evidente differenza tra il valore di velocità media delle onde elastiche nella parte interna della statua (tronco e scudo presentano velocità di circa 5620 ± 140 m/s) e quello tipico della zona dello strato più superficiale degradato (circa 2300 ± 200 m/s), sintomo di un stato di degrado fisico–meccanico del marmo non eclatante ma significativo. Tuttavia lo spessore medio di tale strato risulta limitato al valore di 6 ± 2 mm. Infine, alcune misure ultrasoniche a 500 kHz, effettuate con metodologia di riflessione, hanno consentito di individuare arrivi di onde riflesse provenienti da alcuni punti interni probabilmente correlati spazialmente con la traccia interna dell'ampia lesione che sembra estendersi dal ginocchio dell'arcangelo sino alla parte retrostante.

Indagini elettromagnetiche GPR

L'acquisizione dei dati georadar è stata effettuata utilizzando la strumentazione SIR 3000 prodotta dalla GSSI e un'antenna avente frequenza centrale di 1600 MHz caratterizzata da due involucri separati (ciascuno delle dimensioni di 115×85×85 mm), collegati attraverso un cavo, all'interno dei quali sono contenuti i due dipoli (quello trasmittente e quello ricevente). La possibilità di avere i due dipoli separati ci ha permesso di acquisire dati sia in modalità per riflessione sia in modalità per trasparenza (fig. 6).
Per una caratterizzazione del materiale anche dal punto di vista delle proprietà elettromagnetiche, le indagini per trasparenza sono state ripetute in corrispondenza dei punti già indagati con la metodologia ad ultrasuoni.
Nella Tabella 2 sono riportati i valori di velocità delle onde elettromagnetiche nei mezzi attraversati e le relative costanti dielettriche, calcolate in base ai tempi di primo arrivo ed alle distanze percorse. I valori, relativamente omogenei, mostrano una relativa omogeneità del marmo. L'unico dato che si discosta dagli altri è quello relativo al percorso che parte dalla testa del diavolo, ma ciò, vista la limitata dimensione di questa zona della statua, potrebbe essere dovuto all'incidenza dell'aria in un percorso esterno alternativo.
Infine alcune misure georadar sono state effettuate in modalità "per riflessione", per confermare la presenza degli inserti metallici già rilevati con il pacometro. I risultati sono stati del tutto congruenti.



Figura 6. Rilievi elettromagnetici della statua, in modalità per trasparenza.

Punti della statua	Tempi di volo (*ms*)	Spazio percorso (*mm*)	Velocità mediate sul percorso (*m/s*)	Costante dielettrica relativa media (εr)
Addome	1.45	152	0.104	8.3
Sterno	1.36	146	0.107	7.8
Bacino	1.81	182	0.1	9
Ala Destra	0.47	46	0.09	11
Testa diavolo	1.86	251	0.13	5.32

Tabella 2 – Velocità medie delle onde elettromagnetiche e stima della costante dielettrica relativa su alcuni punti della statua.

Indagini termografiche IR

L'indagine termografica è stata condotta utilizzando la termocamera ThermaCAM™ P40 PAL della FLIR System. La statua è stata riscaldata con lampade ad incandescenza per circa 8 ore.
In seguito, nelle due ore successive allo spegnimento delle fonti di calore, con intervalli variabili (tra 20 e 10 minuti) sono state acquisite le immagini termografiche.
L'elaborazione delle immagini è stata effettuata tramite i software Termacam Report 7.0 e Termacam Researcher PRO 2.7; oltre ai normali trattamenti di riduzione del rumore e di tutti i possibili outliers, sono state applicate anche tecniche di enfatizzazione delle differenze di temperatura, per poter individuare, al massimo possibile del potere risolvente, probabili differenziazioni e dettagli nella struttura investigata.
Nella figura 7 sono mostrati i risultati ottenuti dall'indagine termografica. In particolare, la termografia del busto della statua ha evidenziato la presenza di residui di una doratura, visibili anche nella termografia relativa allo scudo, e che mostrano temperature più basse rispetto alle parti circostanti. Le anomalie riscontrate sono evidenziate da cerchietti bianchi nelle foto nel campo del visibile.
Un risultato rilevante è mostrato dalla termografia eseguita sulla testa della statua, che mostra un comportamento termico differente dal resto del corpo, in media di 2-3 °C più caldo.
Nella stessa termografia si evidenzia, inoltre, un'anomalia termica al centro della fronte, di forma circolare, che mostra un aumento di temperatura di circa 0.3-0.5 °C rispetto alla temperatura media della fronte. Questa piccola anomalia potrebbe essere dovuta ad un lieve difetto strutturale del marmo, non visibile dall'esterno a causa della lucidatura.

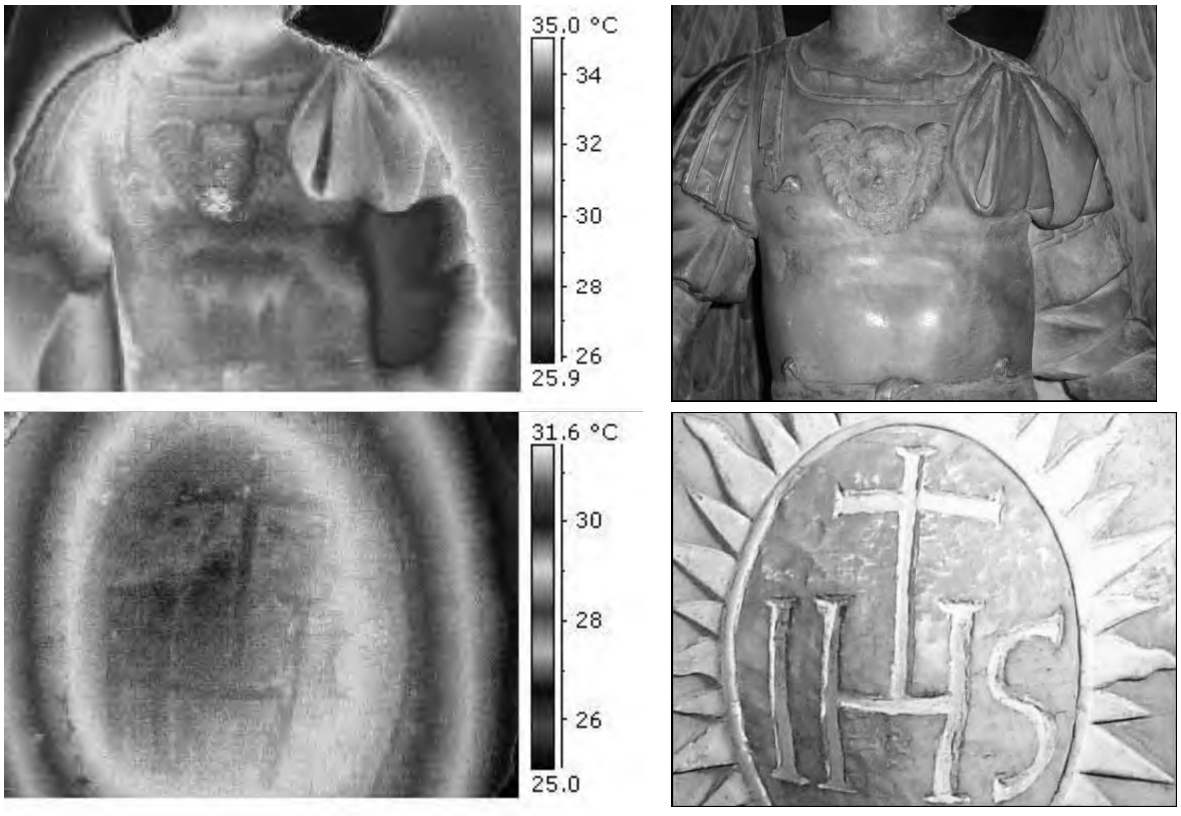


Figura 7. Rilievi termografici della statua.

Rilievo dell'impronta sonica©

Il rilievo dell'impronta sonica© di un oggetto, tecnica brevettata dall'Università di Palermo, consiste nel mettere in vibrazione l'oggetto stesso, attraverso l'utilizzazione di una sollecitazione meccanica impulsiva, e nell'analizzare lo spettro delle vibrazioni libere smorzate che sono state innescate dalla sollecitazione impulsiva (Cosentino et al., 2006). L'insieme delle frequenze principali dello spettro costituisce infine il codice di riconoscimento e può essere utilizzato anche, se ripetuto periodicamente, ai fini del monitoraggio delle condizioni fisico-meccaniche dell'opera.
L'acquisizione dei dati è stata condotta utilizzando 24 trasduttori Murata PKS opportunamente distribuiti su buona parte della superficie della statua e accoppiati alla stessa tramite fasce elastiche (fig. 8). I punti in cui sono stati localizzati i sensori sono stati scelti anche in base alla convessità dell'opera, perchè fosse assicurato un buon contatto meccanico attraverso le fasce elastiche senza l'ausilio di altri oggetti, la cui massa avrebbe appesantito l'intero sistema.
L'analisi dei risultati ottenuti su un oggetto di forma irregolare, quale la statua di San Michele Arcangelo, ha confermato ulteriormente le potenzialità della tecnica dell'impronta sonica© anche per applicazioni nel campo della statuaria e come strumento di base per una schedatura tecnica dell'oggetto a disposizione del museo in cui è custodita l'opera d'arte.
Le conoscenze sullo stato fisico e di degrado del manufatto, ricavate dall'applicazione delle metodologie diagnostiche microgeofisiche, sono state, quindi, integrate con un'informazione aggiuntiva, l'impronta sonica©, rappresentativa e identificativa delle caratteristiche fisico-meccaniche dell'intero oggetto, e dipendente, non solo dalla sua geometria, ma anche da tutti i "difetti" ad oggi presenti.
Sono state scelte 16 diverse posizioni della sorgente, in altrettanti punti dove l'opera si mostrava libera per la percussione dei colpetti ed assolutamente integra per assorbire in condizioni di sicurezza i piccoli impatti.
I parametri di acquisizione selezionati sono i seguenti:
– Intervallo di campionamento: 25 μs;
– Tempo di acquisizione: 200 ms;
– Numero di campioni per ogni segnale: 8192;
– Stacking 7 per ogni posizione sorgente.



Figura 8. Rilievo dell'impronta sonica© della statua.

A causa della asimmetria dell'oggetto in studio, particolare attenzione è stata dedicata all'analisi degli spettri calcolati per i 24 vibrogrammi ottenuti per ognuna delle 16 posizioni della sorgente. Il riconoscimento delle

frequenze di risonanza è stato verificato traccia per traccia (corrispondente a diverse posizioni dei sensori sulla statua) e per ogni differente punto sorgente.

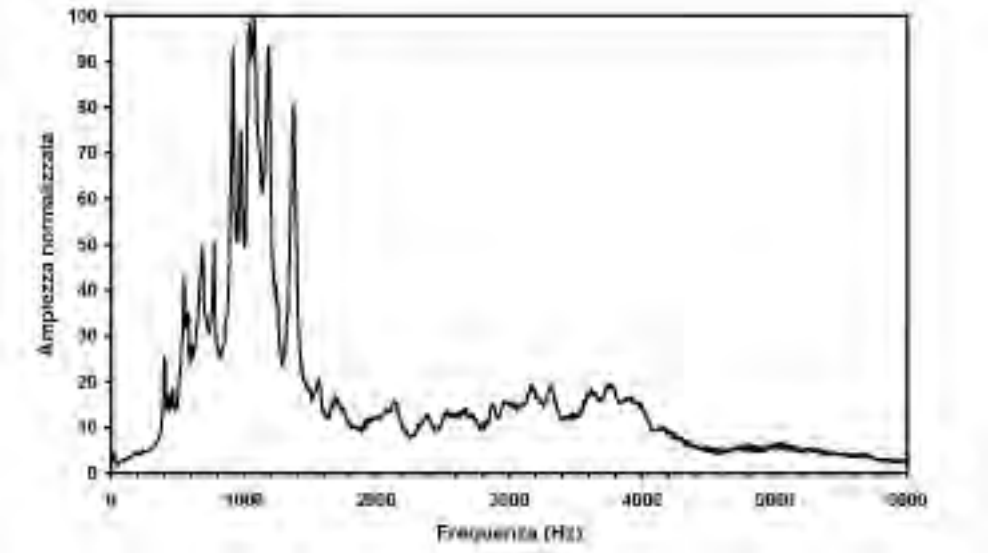


Figura 9. Spettro medio calcolato utilizzando uno stacking su 2688 spettri provenienti da altrettanti segnali vibrazionali (16 colpi registrati dai 24 sensori, ciascun colpo ripetuto 7 volte).

Infine è stato possibile calcolare lo spettro medio, rappresentativo dell'impronta sonica© del manufatto, mediando aritmeticamente tutti gli spettri relativi ai segnali rilevati da ogni trasduttore per tutte le posizioni della sorgente (fig. 9). Lo stesso spettro potrebbe essere anche presentato per mezzo di un corrispondente codice a barre, che riporta tutte le frequenze più rappresentative dello spettro, opportunamente rappresentate per indicarne anche le loro ampiezze normalizzate. Ma questo sarebbe solo un attraente artificio.

Conclusioni

Le indagini hanno consentito di individuare e localizzare quattro inserti metallici nella statua; di verificare l'ampia estensione della lesione osservabile in superficie e quindi di confermare la necessità del mantenimento delle staffe di consolidamento; di valutare il buono stato del marmo interno della statua, che presenta parametri elastici eccellenti in tutte le zone esplorate; di identificare uno strato superficiale degradato su tutta la superficie della statua; di localizzare dei residui di pigmento in foglia d'oro sulla superficie della statua; di acquisire l'impronta sonica© della statua, che è stata convertita in un codice a barre da inserire nella cartella d'archivio museale dell'opera.
Tutti i dati acquisiti sono stati trasmessi in cartella riepilogativa al Centro di Progettazione e Restauro della Regione Sicilia, che a sua volta li trasmetterà alla Galleria regionale di Palazzo Abatellis.

Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente tutti quelli che hanno consentito e facilitato l'accesso alla statua per l'esecuzione delle misure:
– il Direttore della Galleria Regionale di Palazzo Abatellis, dott. Vincenzo Abate,
– il Direttore del Centro Regionale di Progettazione e Restauro, Arch. Guido Meli,
– il responsabile del Laboratorio del Centro di Restauro, restauratrice Lorella Pellegrino.

BIBLIOGRAFIA

COSENTINO P.L., CAPIZZI P., FIANDACA G., MARTORANA R., MESSINA P., PELLEGRINO L, 2006. La sicurezza nell'identità dei beni culturali in materiali lapidei: la firma sonica. In: Lo Stato dell'Arte 4. IV Congresso Nazionale IGIIC. 28-30 Settembre 2006. (vol. 4, pp. 689-694). ISBN/ISSN: 88-404-4150-6. Firenze: Nardini Editore (ITALY).

INDAGINI PRELIMINARI SU CARTONE CINQUECENTESCO (?) RAFFIGURANTE CRISTO DEPOSTO DALLA CROCE

Achille Bonazzi*, Mario Lazzari, Curzio Merlo****

* Dipartimento Scienze della Terra Università degli Studi di Parma *achille.bonazzi@unipr.it*
** CFP Provincia di Cremona, via Cesari, 5/7 26100 Cremona - 0372 403411 *lab.chimica@cfpcremona.it*

La scoperta

Alla fine dello scorso anno, in un armadio di una delle sacrestie della Cattedrale di Cremona, è stato rinvenuto un dipinto raffigurante il Cristo deposto dalla croce, notevole per le dimensioni (4,00 x 2,65 m).
L'opera è risultata essere un grande cartone dipinto costituito da numerosi fogli più piccoli di dimensione variabile incollati tra loro; la composizione è stata anticamente ritagliata lungo i contorni, cucita o inchiodata ad una tela rettangolare su cui è stato dipinto il cielo: infine il tutto è stato montato su telaio ligneo.
La tela è stata preparata con gesso, biacca e colla in modo tale da portarla allo stesso livello del cartone. La zona dipinta su tela è caratterizzata, a differenza del dipinto sul cartone, da un evidente cretto.

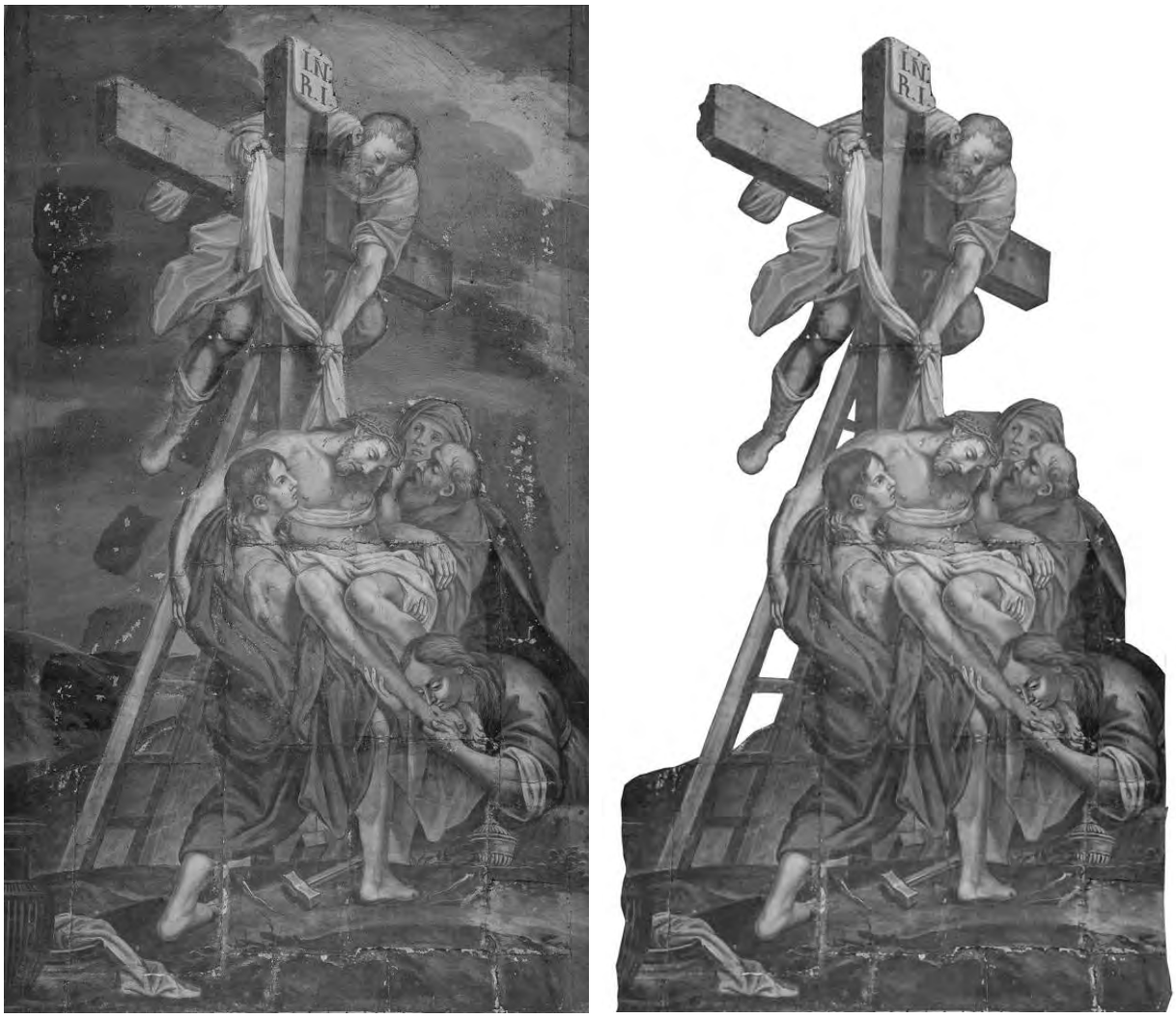


Figure 1 e 2: visione d'insieme, a destra il solo cartone.

Il telaio risulta modificato nella struttura e, sulla traversa centrale presenta la scritta: "*Restauratum 1787*", evidentemente da riferirsi ad uno dei vari interventi di manutenzione cui è stata sottoposta l'opera nel corso dei secoli, anche perché utilizzata durante le liturgie della settimana santa.

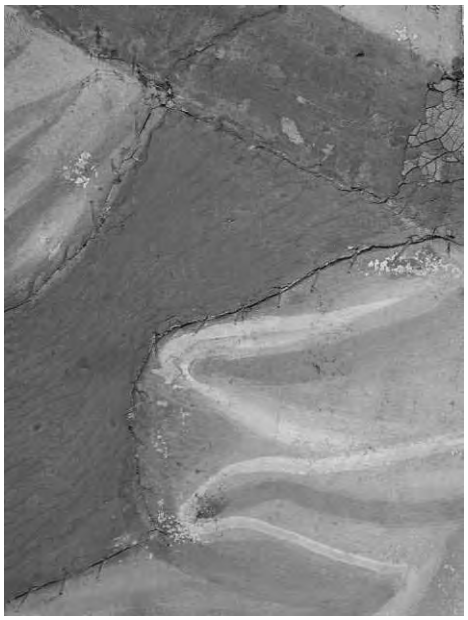




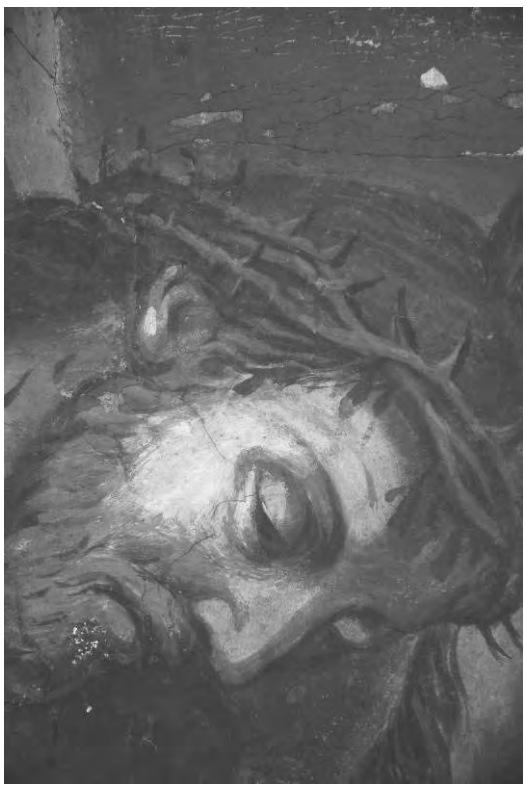
Figure 3 e 4: particolare delle cuciture e della traversa applicata al telaio recante la scritta.

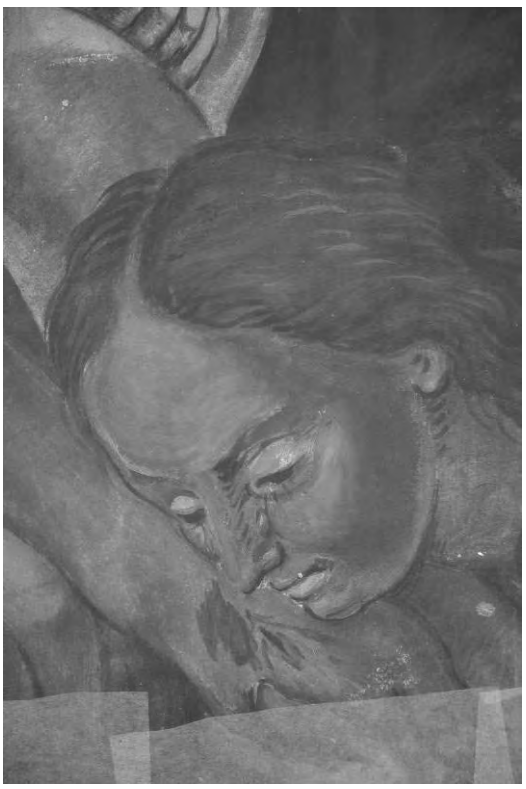
L'osservazione del dipinto e la campagna diagnostica

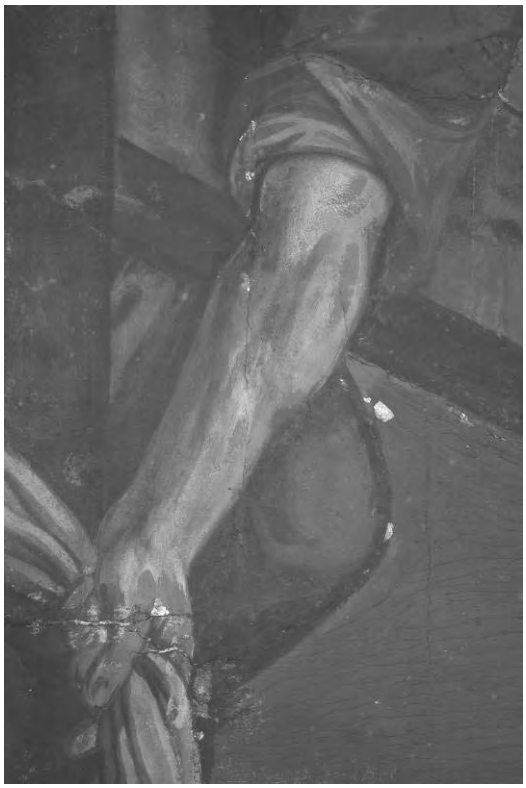
Ad un'attenta osservazione dell'opera, ci si è resi conto del precario stato di conservazione sia per la presenza di evidenti e grossolane stuccature lungo le commettiture dei fogli che per i vari strati di colore, distribuiti non uniformemente, da imputare a precedenti interventi di manutenzione. A questo punto ci si è posti due interrogativi: il primo, se il cartone fosse nato colorato, il secondo quali fossero le zone di colore originale e quali quelle alterate da successive ridipinture.

Per rispondere a queste domande si è deciso di sottoporre l'opera ad un'approfondita campagna diagnostica mediante riprese della luminescenza UV, riprese in falso colore, riflettografia IR. fluorescenza ai raggi X (XRF), "*section cross*" in microscopia elettronica a scansione (SEM) con microanalisi EDAX e datazione del cartone con metodologia al ^{14}C.

Le immagini delle fluorescenze UV evidenziano numerosi interventi di ridipintura ed integrazione pittorica stratificatisi nel tempo.







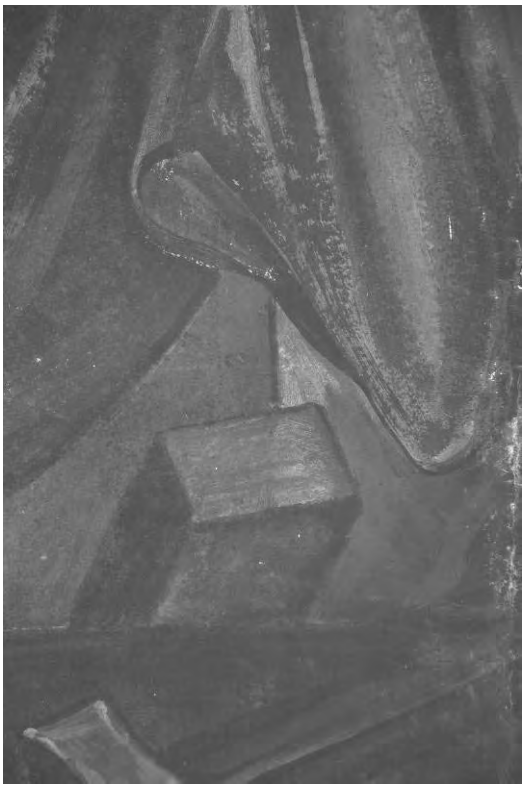
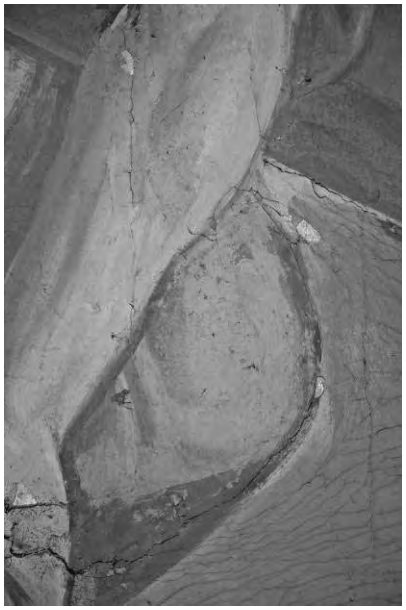


Figure 5, 6, 7 e 8: riprese della luminescenza UV che evidenziano significativi interventi di restauro pittorico succedutisi nel tempo.

Anche le indagini riflettografiche ed all'infrarosso in falso colore hanno confermato interventi di restauro e ritocco.



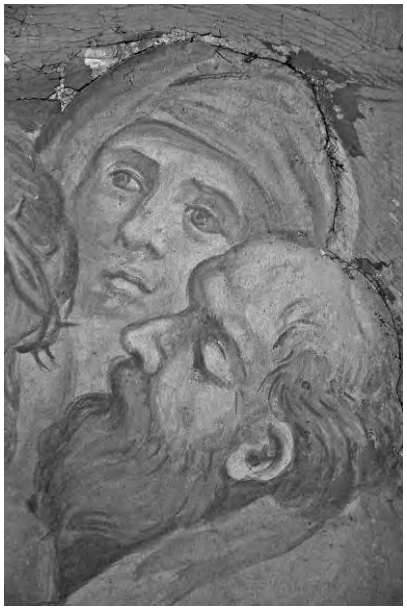




Figure 9, 10 e 11: particolari in riflettografia IR che evidenziano antichi interventi di restauro ed integrazione

Le indagini riflettografiche IR a 2000 nm mostrano, al di sotto dell'attuale stesura, tratti del disegno originale realizzato prevalentemente in grafite o carbone. Il tratto è veloce ed impreciso, come a cercare la posizione migliore dei vari dettagli: infatti ritorna spesso su sé stesso con segni via via più marcati. Dalle indagini stratigrafiche risulta, inoltre, la presenza di terre rosse con le quali il disegno è stato verosimilmente ripassato per conferirgli l'aspetto grafico definitivo prima dell'eventuale fase pittorica vera e propria.





Figure 12 e 13: immagine in luce visibile del manto della Maddalena e, a destra, la riflettografia IR a 2000 nm dove si distingue chiaramente il disegno preparatorio originale.

Le indagini in fluorescenza raggi X testimoniano la presenza di una preparazione costituita da gesso - colla e biacca, evidenziano differenti composizioni degli incarnati: quelli probabilmente originali, a base di biacca e terre rosse, quelli successivi realizzati con pigmenti tipo cinabro o minio. Questa successione è evidente anche e soprattutto nel manto rosso dell'apostolo Giovanni.

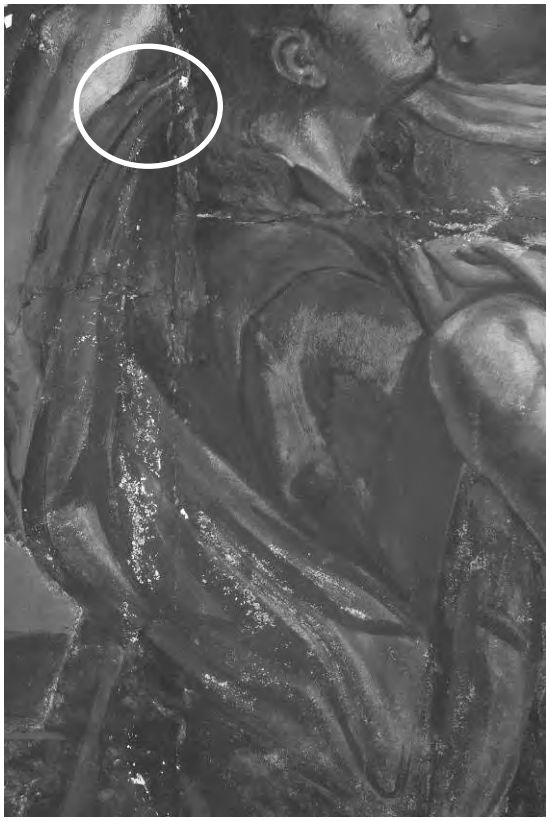




Figura 14: particolare del campionamento e dell'analisi dei rossi sul manto di San Giovanni.

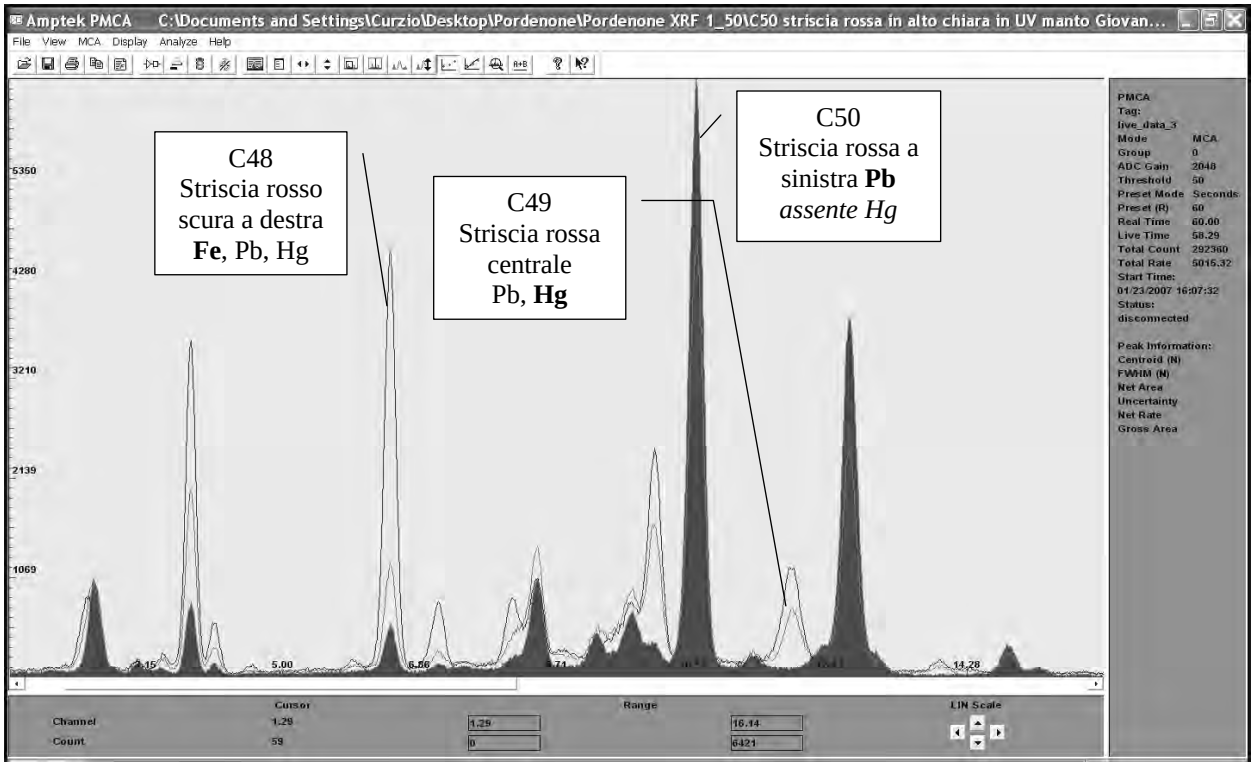
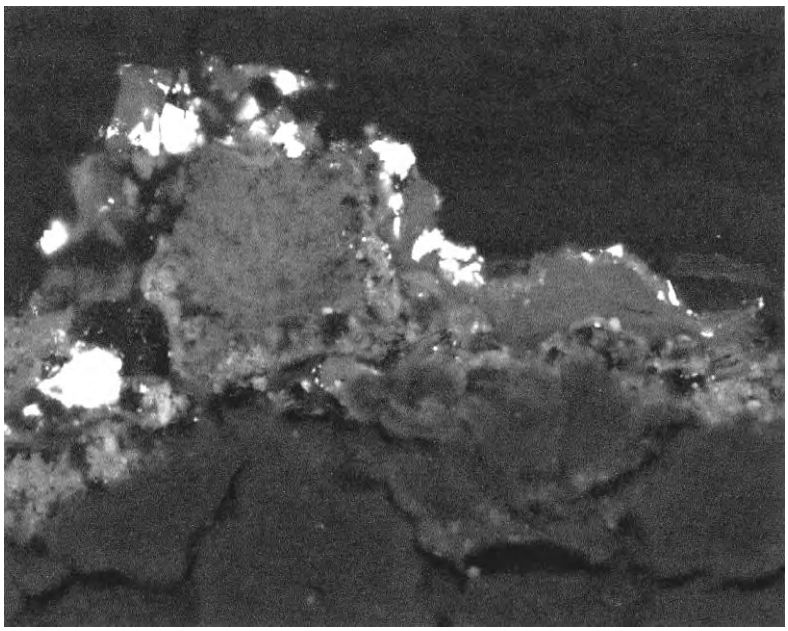


Figura 15: sovrapposizione degli spettri XRF dei tre pigmenti rossi caratterizzanti le pieghe del mantello di San Giovanni

I pigmenti originari, come la malachite, lo smaltino si sono rivelati coerenti con i risultati delle indagini che una decina di anni fa erano state condotte sui pigmenti degli affreschi del Pordenone.
La lettura di alcune "*section cross*" in microscopia elettronica a scansione (SEM) con microanalisi EDAX di alcuni microcampioni prelevati dal dipinto, ha confermato i dati acquisiti mediante fluorescenza a raggi X, evidenziando, in particolare, l'esatta sequenza stratigrafica dei materiali utilizzati sia per la preparazione che nella pittura dell'opera.





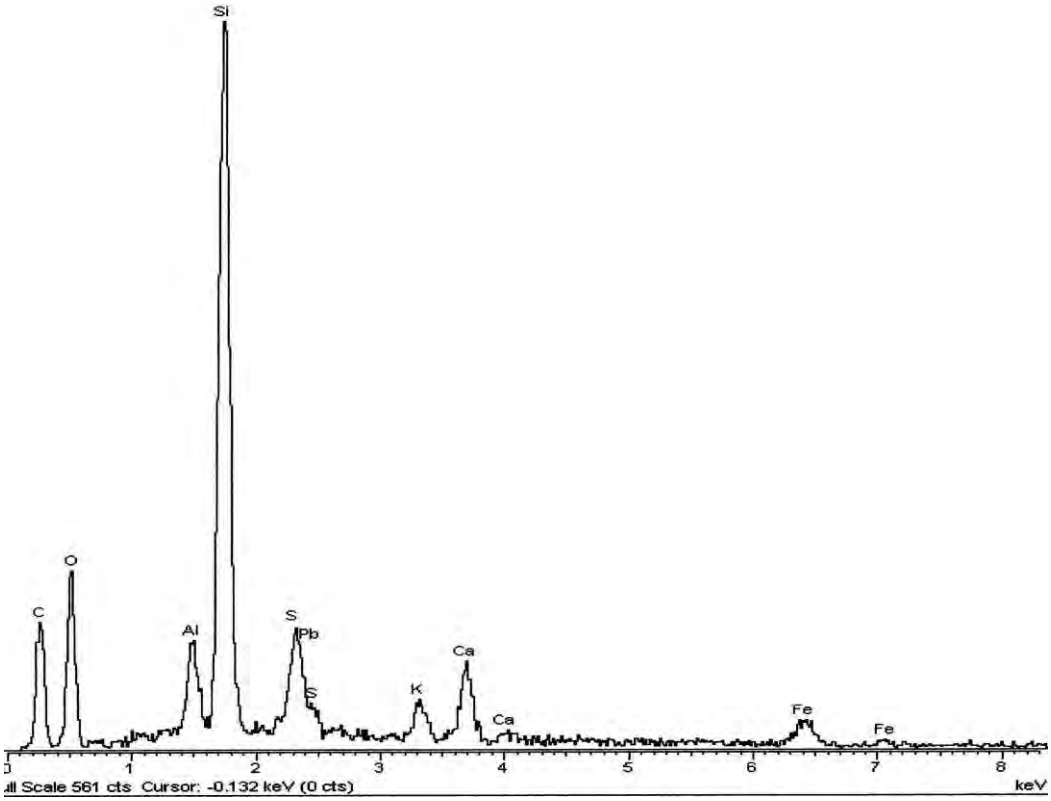


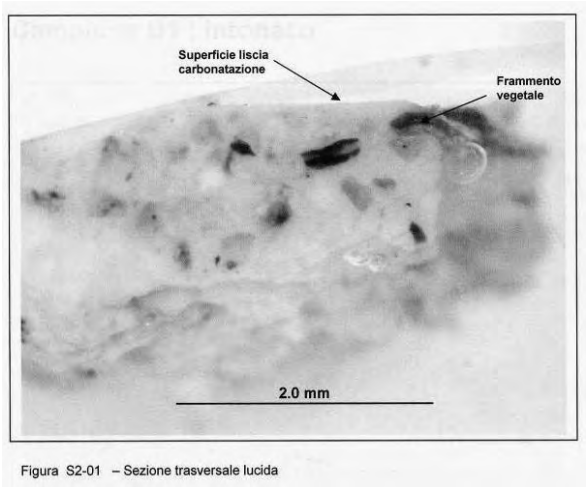
Figure 16, 17 e 18: nella pagina precedente, fotografia al SEM del campione proveniente dal labbro della Maddalena a fianco rappresentata; sopra lo spettro che evidenzia la composizione elementale della sezione indagata.

A questo punto, valutati i risultati della campagna diagnostica realizzata sul dipinto e le indicazioni relative alla datazione con ^{14}C del cartone, riferibile attorno alla prima metà del XVI secolo; considerati il soggetto e le dimensioni dell'opera perfettamente sovrapponibile alla resurrezione di Bernardino Gatti dipinta in controfacciata della Cattedrale a fianco del compianto ed al di sotto della grande crocifissione del Pordenone; preso atto che i dati d'archivio (*Liber provisionum I, C.76v*) affermano che:

- il 24 ottobre 1521, dopo che il Pordenone ha concluso sulla controfacciata la Crocifissione, Pietro de Cornetis e Giacomo Urbani vengono incaricati di erigere due ponteggi per lavori da fare sulla controfacciata. Il Pordenone è presente all'atto; per il contenuto dell'accordo si rinvia a quello messo a punto al tempo del Romanino.
- I due vengono saldati il 24 dicembre 1522, con un piccolo supplemento rispetto alla somma pattuita inizialmente.
- Il 30 dicembre 1522, il Pordenone viene pagato 150 lire imperiali per il Compianto, quando i due ponteggi vengono tolti,

si è ritenuto fondamentale procedere ad ulteriori indagini condotte su sezione stratigrafiche ed in microanalisi EDAX al SEM, previa osservazione al microscopio ottico, di microcampioni d'intonaco provenienti dalla resurrezione dipinta da Bernardino Gatti.

Il dato analitico evidenzia la presenza di un intonaco, al di sotto di quello utilizzato da Bernardino Gatti per affrescare la risurrezione, con le medesime caratteristiche degli intonaci realizzati dal Pordenone sia nella scena del Cristo deposto nel sepolcro, che nelle altre campate affrescate dal pittore nella Cattedrale di Cremona. Trattasi, infatti, di un intonaco particolare, assai ricco in cellulosa, mescolato a piccoli frammenti di paglia di frumento.



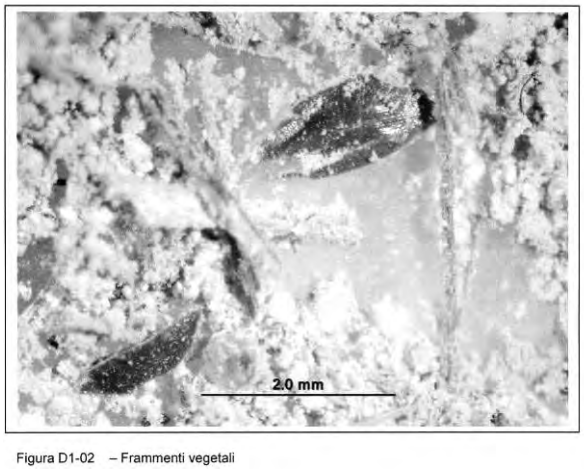


Figure 19 e 20: sezione stratigrafica dell'intonaco al di sotto dell'affresco di Bernardino Gatti, a destra particolare dei frammenti vegetali

Conclusioni

Evidente in alcune zone un disegno preparatorio a grafite o carboncino, probabilmente, ripassato con terre rosse. Alcuni pigmenti come l'azzurro dello smaltino corrispondono per gli elementi in tracce a quelli utilizzati in affresco dal Pordenone.

L'indagine al ^{14}C individua una datazione del cartone intorno alla prima metà del XVI secolo.

Sotto l'affresco della risurrezione di Bernardino Gatti è stata evidenziata la presenza di un intonaco con frustoli vegetali caratteristico degli intonaci del Pordenone sia nella Cattedrale di Cremona ma anche, ad esempio, nella chiesa di San Rocco a Venezia.

I dati preliminari d'archivio, riportati nel "*Liber provisionum*", affermano che dopo l'ultimazione della crocifissione, vennero realizzati due ponteggi verso la piazza maggiore per la stesura degli intonaci.

Le dimensioni e il soggetto del cartone orientano a considerarne la realizzazione in riferimento al ciclo cinquecentesco presente nell'aula maggiore della Cattedrale. Infatti in controfacciata, al di sotto della grande scena della crocifissione, opera del 1521 del Pordenone, sono collocati a sinistra l'affresco di Bernardino Gatti raffigurante la risurrezione, a destra Cristo deposto nel sepolcro, ultima opera del pittore friulano. Tale sequenza risulta non del tutto logica, dato che la resurrezione viene posta prima della deposizione nel sepolcro.

Ovviamente trattasi di indagini preliminari che necessitano di ulteriori sviluppi, anche in vista di un completo recupero del cartone che si presenta problematico poiché il restauro della carta deve procedere assieme al restauro delle componenti pittoriche: infatti la superficie dipinta allo stato attuale si presenta a tal punto alterata dagli antichi rifacimenti da rendere spesso illeggibile la pittura originale. A ciò si aggiunge la problematica di cartoni a volte incollati, a volte cuciti, a volte inchiodati sulla tela di supporto nonché stuccati tra di loro.

MARMO DI VEZZA D'OGLIO: UNA METODOLOGIA D'INDAGINE APPLICATA ALL'IDENTIFICAZIONE DI UN MARMO UTILIZZATO IN LOMBARDIA, IN EPOCA ROMANA, PER LA REALIZZAZIONE DELLA STATUA EROICA RITROVATA A CIVIDATE CAMUNO

Silvia Gambardella *, Domenico Poggi **

* Restauratrice della Dart snc, via di Gesù e Maria n.13, 00187 Roma, tel 06.6785969, e-mail: silvia.gambardella@libero.it
** Geologo della Artelab srl, via dei Pettinari 73, 00186 Roma, tel. 06.68804633, e-mail: artelabsrl@artelabsrl.it

Abstract

Nel febbraio 2004 venne rinvenuto a Cividate Camuno, centro romano della Valle Camonica in provincia di Brescia, un importante reperto: una statua in marmo che rappresenta un personaggio virile stante, di grandezza superiore al naturale. La figura è nuda, tranne che per un mantello che avvolge i fianchi, coprendo le gambe fino alle ginocchia, e ricade sul braccio sinistro. Il braccio destro doveva essere leggermente discosto dal fianco come sembrano suggerire il puntello laterale all'altezza del torace e la tensione dei muscoli pettorali. Il mantelo gira intorno ai fianchi e scende dall'avambraccio con un gruppo di pieghe gonfie e profonde. Un robusto tronco sostiene la figura sulla sinistra.
La statua, ritrovata in via Palazzo a Cividate Camuno, era contenuta in uno spesso strato di macerie che coprivano i resti di un grande edificio, forse pertinente al foro della città romana. Databile tra l'età tiberiana e l'età claudia si iscrive all'interno di una serie di statue caratterizzate dalla posa eroica, richiamando la maniera di Policleto. Si tratta di immagini create per rappresentare personaggi della famiglia imperiale ma anche personalità militari di spicco. Nel caso specifico la statua rappresentava probabilmente un membro della famiglia Giulio-Claudia, Druso Minore (al quale la Civitas Camunnorum dedica un'iscrizione nel 23 d.C.) oppure suo fratello adottivo Germanico.
Poco dopo il ritrovamento la statua è stata restaurata, sotto la guida della dott.ssa Filli Rossi della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Lombardia, da Alessandro Danesi e Silvia Gambardella, della società Dart, con un intervento in diretta che ha coinvolto diverse figure professionali ma anche un pubblico assai variegato.
La statua era ricoperta da uno strato di materiale vario (limo, sabbia e resti di malta) depositato su tutta la superficie, il quale nascondeva parzialmente l'aspetto del marmo ma non tanto da impedirne un'analisi superficiale. Si notavano così alcune delle caratterisitiche peculiare di questo tipo di marmo: le venature profonde, da parte a parte, di colore verde-grigio ed andamento rettilineo, i grandi cristalli ben visibili nelle superficii di rottura e, soprattutto, i piani di rottura della statua, lungo linee ortogonali in tre diverse direzioni, ben evidenti nella gamba e nel collo. Nel tronco adiacente la gamba si nota addirittura un antico piano di rottura sfruttato ad arte dallo scultore ricavandone la superficie dell'oggetto ed incidendovi gli 'occhi' caratteristici degli alberi. La domanda che subito ci si pose fu allora di quale marmo si trattasse. L'elevata qualità della scultura ed il suo modello, uniti all'epoca della realizzazione, indirizzavano le ipotesi di lavoro su marmi di provenienza greca. Le venature ricordavano il marmo Pentelico mentre i grandi cristalli suggerivano accostamenti con il marmo di Taso. Ma le rotture su piani ortogonali lasciavano molto perplessi e, soprattutto, unite alla presenza nel Museo di Santa Giulia, a Brescia, di alcune opere scultoree di epoca romana, anche di buona fattura, realizzate con un marmo assai venato, molto simile a quello della nostra statua, chiamato 'di Vezza d'Oglio' dalla cava d'origine, in alta Valle Camonica.
Oltre all'analisi del materiale in superfice si effettuava anche la verifica di alcune sedi di perno e di staffa che lasciavano molto perplessi sulla loro reale messa in opera. Alcuni fori sembravano infatti degli abbozzi, mai realmente utilizzati, mentre altri fori erano senz'altro funzionali alla realizzazione originale della statua ed avrebbero quindi dovuto recare tracce dell'incollaggio e dell'imperniatura. E infatti nei fori 'd'opera', ad esempio il foro necessario a sostenere l'inserto dell'avambraccio, sono stati trovati evidenti tracce di ossido di ferro e macchie riconducibili alla presenza di collanti a base di colofonia. Nei fori 'di restauro' invece, ovvero quei fori non indispensabili in fase esecutiva ma necessari per ricongiungere due frammenti, ad esempio il foro sotto il piede sinistro, non vi era alcuna traccia né di perni né d'incollaggi e sembrano 'non finiti' essendo lavorati solo con il trapano, senza finitura a scalpello o con altro ferro. All'interno di questi fori sono stati trovati solo detriti, come sulla superficie della statua.
Tutte queste osservazioni davano il via ad una serie di indagini scientifiche che procedevano contemporaneamente all'intervento di pulitura, con la reale applicazione di un metodo di ricerca interdisciplinare che vedevano coinvolti archeologi, restauratori e geologi, e che ha reso infine plausibile l'ipotesi che la statua sia stata eseguita sul posto, da una bottega che utilizzava marmo locale, che sia stata in opera per un discreto tempo – come si vede dalla superficie consumata ma non vandalizzata – e che poi, per cause accidentali, si sia rotta in più pezzi **[1]**

Studio mediante analisi petrografiche e geologiche finalizzato all'identificazione ed attribuzione di provenienza del marmo bianco costitutivo

1. Criteri e metodologia di studio

Lo studio è stato condotto secondo il metodo sinteticamente di seguito descritto:
- esame macroscopico delle due parti staccate della statua;
- campionamento mirato;
- sopralluogo in una delle cave situate nel Comune di Vezza d'Oglio e campionamento;
- sopralluogo in edifici storici della Val Camonica: esame delle caratteristiche macroscopiche del materiale lapideo usato;
- esecuzione delle analisi di laboratorio (esami mineralogico petrografici, spettrofotometrici - FT-IR ed isotopici);
- studio dei dati di letteratura e loro comparazione con i dati acquisiti dalle analisi dei campioni;
- considerazioni conclusive ed attribuzione di provenienza del materiale lapideo della statua.

Per l'esecuzione delle analisi mineralogico petrografiche su sezione sottile e per l'interpretazione dei dati isotopici, oltre che alla banca dati del laboratorio, si è fatto riferimento alla letteratura specialistica e, in particolare, agli atti dei convegni dell'associazione ASMOSIA (The Association for the Study of Marble and Other Stone in Antiquity), dei quali si citano le ultime due pubblicazioni:
- "J. Herrmann, N Herz and R. Newman (eds), 2002, 'ASMOSIA 5;
- "Lorenzo Lazzarini (eds), 2002, 'ASMOSIA 6.

Negli atti di tali convegni sono riportate informazioni sulle analisi eseguite su campioni di marmi bianchi di cava e di numerosi reperti archeologici e storici.

2. Esame macroscopico delle due parti staccate della statua di togato e campionamento

Nel corso dell'intervento in sito sono state esaminate ed evidenziate le principali caratteristiche strutturali e tessiturali della roccia. Infatti, sotto la continua incrostazione terrosa che ricopriva omogeneamente la superficie della statua, il materiale lapideo mostrava tessitura nettamente orientata, con piani di scistosità disposti parallelamente al piano del busto. La grana del marmo, generalmente media (stimata tra 1 e 3 mm), varia perpendicolarmente alla scistosità.
Nella zona di frattura che separa le due parti della statua (quella superiore con busto e gambe e quella inferiore comprendente i piedi) la scistosità è accompagnata da variazioni di colore sui toni del bigio, corrispondenti a variazioni composizionali (presenza di minerali accessori: grafite, fillosilicati, anfiboli, ecc.).
In queste zone la struttura della roccia tende a divenire 'foliata'.
Sono stati prelevati tre campioni di marmo, rispettivamente dalla zona frontale del busto, da una piega del manto e lungo la superficie di frattura della parte inferiore della statua.

3. Sopralluogo in una delle cave aperte nel Comune di Vezza d'Oglio e campionamento

Allo scopo di raccogliere informazioni di riferimento per l'attribuzione del marmo della statua in studio è stato eseguito anche un sopralluogo in una delle cave sfruttate in epoca moderna (fino agli anni 60 del novecento) nel Comune di Vezza d'Oglio. In particolare la cava, di dimensioni relativamente piccole, si trova tra la Val Grande e la Val Pisor, presso località Pil alla base della Cima Rovaia. Il marmo veniva estratto da lenti inserite all'interno degli "Gneiss del Monte Tonale".

Anche se nei limiti di quanto è stato possibile rilevare durante la ricognizione speditiva eseguita in cava si è evidenziato quanto di seguito sintetizzato:
- il marmo mostra una netta orientazione dovuta alla forte scistosità prodotta dagli eventi metamorfici da cui deriva;
- i piani di scistosità, piano paralleli o leggermente ondulati, risultano attraversati da almeno due sistemi di fratture;
- il materiale lapideo mostra grana variabile da fine a medio – grossolana (prevalente) perpendicolarmente ai piani di scistosità. Usualmente la grana può considerarsi media (1-3 mm);
- la colorazione del marmo, al pari della grana, varia normalmente ai piani di orientazione della roccia, dal bianco al bigio - ceruleo;

- possono essere grossolanamente distinte tre diverse facies nell'ambito della cava esaminata. Una facies fortemente scistosa caratterizzata da livelli di colore variabile dal bianco al grigio – ceruleo con grana variabile da fine a media; una facies bianca omogenea di grana medio – grossolana; una facies di grana molto grossolana contrassegnata dalla presenza di adunamenti di anfiboli di dimensioni centimetriche; la seconda facies deriva dallo sfruttamento di bancate relativamente sottili (sicuramente inferiori ad 1.0 m), di composizione prettamente carbonatica, prive di laminazioni, ricche di altri minerali e con scarsissime diffusioni di grafite al suo interno;
- le discontinuità visibili nel materiale (piani di scistosità e di frattura) costituiscono altrettanti punti di debolezza lungo i quali il marmo tende facilmente a suddividersi.

4. Analisi di laboratorio: sintesi dei risultati

4.1 *Analisi mineralogico petrografiche su sezione sottile*

Campioni prelevati dal reperto

La roccia presenta una micro-struttura che testimonia un forte processo di ricristallizzazione in atto al momento della sua genesi. La micro-struttura varia da granoblastica a xenoblastica essendo costituita sovente da cristalli di calcite tra loro molto compenetrati. La tessitura è nettamente orientata anche se tale caratteristica è evidente solo nella facies scistosa a bande di grana e colore variabili.
Il materiale mostra inoltre localizzati segni di tensionamento, con deformazione delle tracce di geminazione polisintetica di alcuni cristalli di calcite. Le caratteristiche descritte suggeriscono l'ipotesi che il marmo sia stato interessato da deformazioni post-cristalline correlate ad eventi tettonici successivi alla sua formazione (milonitizzazione).
L' M.G.S. (Maximum Grain Size) supera i 2.0 mm (2.1 mm nel campione n. 4).

La caratteristica peculiare del marmo è l'abbondante presenza di anfiboli (di tipo tremolitico ed orneblendico) localizzati prevalentemente in corrispondenza di alcune bande di colore bigio – ceruleo. Nell'ambito del metamorfismo dinamo-termico regionale la presenza abbondante di anfibolo indica condizioni di pressione e temperatura medio – alte (Facies delle Anfiboliti Epidotiche e Facies delle Anfiboliti)

Campioni prelevati in cava

L'analisi mineralogico petrografica in sezione sottile dei due campioni raccolti in cava ha permesso una preliminare caratterizzazione del materiale lapideo. Si tratta di un marmo caratterizzato da grana media ed M. G. S. (Maximum Grain Size) maggiore di 2.0 mm. La tessitura, in funzione della facies considerata (corrispondente al banco geologico campionato) varia da nettamente orientata (scistosa, talora tendente alla foliata) ad apparentemente isotropa. In modo corrispondente la micro-struttura varia da fortemente eteroblastica (a luoghi tendente quasi alla mortar) ad omeoblastica a mosaico. In ogni caso i campioni mostrano segni di tensionamento, con deformazione delle tracce di geminazione polisintetica di alcuni cristalli di calcite e, talora, con fratture delle tracce medesime.
Le caratteristiche descritte suggeriscono l'ipotesi che il marmo sia stato interessato da deformazioni post-cristalline correlate ad eventi tettonici successivi alla sua formazione.
Il campione rappresentativo della facies a grana medio – fine fittamente scistosa e di colore variabile dal bianco al bigio presenta segni di forte ricristallizzazione e, probabilmente, tracce di milonitizzazione connesse alle fortissime tensioni presenti nell'area di coltivazione prossima alla 'linea del Tonale'.

4.2 Analisi spettrofotometriche (FT-IR)

Sia i campioni prelevati dalla statua che quelli raccolti in cava sono stati analizzati mediante Spettrofotometria Infrarossa con Trasformata di Fourier (FT-IR). Questo tipo di analisi ha consentito di determinare in maniera semi-quantitativa la calcite e la dolomite e di individuare i più importanti minerali accessori presenti nei materiali lapidei.

L'interpretazione degli spettri ottenuti dalle analisi ha indicato che i campioni prelevati dalla statua hanno composizione prevalentemente calcitica, talora con discreta presenza di dolomite (nel campione n. 4 il suo contenuto è pari a circa il 15 - 20 %). Altri importanti accessori sono gli anfiboli identificabili come tremolite ed orneblenda.

I campioni raccolti in cava mostrano una natura spiccatamente calcitica (la dolomite, infatti, se presente lo è un concentrazioni inferiori ai limiti di rivelabità della metodica impiegata: 5 - 10 %). Come minerali accessori si rileva la presenza degli anfiboli di tipo tremolitico ed orneblendico.

4.3 Determinazione dei rapporti isotopici $^{13}C/^{12}C$ ed $^{18}O/^{16}O$

Principio e metodologia

I marmi bianchi sono costituiti essenzialmente da calcite ($CaCO_3$) e/o dolomite { $CaMg(CO_3)_2$}. Questi minerali sono a loro volta composti dagli elementi calcio, magnesio, carbonio ed ossigeno (vedi formule chimiche). Tali elementi a loro volta sono costituiti da diversi isotopi, ovvero atomi aventi stesso numero atomico (medesime proprietà chimiche) ma differente numero di massa (differente peso).
Ai fini dello studio di provenienza dei marmi sono importanti i seguenti isotopi: ^{13}C, ^{12}C, ^{18}O ed ^{16}O. Infatti, in relazione alle vicende geologiche da cui dipende la formazione del materiale, ciascun tipo di marmo risulta composto di calcite e/o dolomite caratterizzate da differenti rapporti degli isotopi $^{13}C/^{12}C$ ed $^{18}O/^{16}O$. Pertanto la determinazione di questi rapporti su campioni prelevati direttamente dalle cave dei più importanti marmi bianchi antichi ha consentito la creazione di una banca dati (in continuo aggiornamento) con cui confrontare i campioni prelevati dai vari reperti.

I campioni sono stati analizzati allo spettrometro di massa seguendo il metodo classico proposto da Mc Crea, J. M. (1950). I dati ottenuti sono stati trasformati in unità *Delta* che rappresenta la deviazione dei rapporti isotopici del campione rispetto a quelli dello standard internazionale di riferimento PDB: Pee Dee Belemnite. I dati così elaborati sono stati esposti graficamente nel diagramma *delta* O^{18} *– delta* C^{13} riportato nella figura 6, che rappresenta un recente aggiornamento pubblicato dall'Associazione ASMOSIA (da C. Gorgoni, L. Lazzarini, P. Pallante, and B. Turi, 2002).

Risultati (si veda la figura n. 6)

Campioni prelevati in cava

Rispetto al diagramma di riferimento ($\delta^{13}C$ % PDB - $\delta^{18}O$ % PDB) i punti di misura dei due campioni prelevati come rappresentativi delle due principali facies individuate in cava si dispongono in altrettante zone del diagramma stesso (si veda la figura n. 6). In particolare il campione C-1, che rappresenta la facies di colore variabile dal biancastro al bigio con fitta scistosità e a grana medio fine, mostra valori isotopici che non coincidono con quelli che presentano gli altri marmi bianchi impiegati nel periodo classico.
Il campione C- 2, rappresentativo della facies bianca omogenea di grana media, mostra invece valori che cadono all'interno dei 'campi' dei marmi Naxos, Paros 2, Aphrodisias e Docimio. E' infatti noto che, come anche questo caso dimostra, marmi di natura ed origine molto diversa possono avere caratteristiche isotopiche assai simili (in questi casi per la loro discriminazione è necessario ricorrere alle caratteristiche mineralogico petrografiche: M. Mariottini, 1998).

Campioni prelevati dalla statua

I punti di misura relativi ai campioni prelevati dalla statua tendono a disporsi in una zona marginale rispetto a quella ricoperta dai 'campi' relativi ai marmi classici. Uno dei punti cade infatti al di fuori dei 'campi' relativi a tali marmi, mentre altri si trovano ai limiti di queste aree.

Più precisamente il campione n. 4 si trova ai limiti o al di fuori dell'area che caratterizza i campioni di marmo dell'isola di Naxos, mentre il campione n. 3 mostra valori che cadono all'interno del 'campo' del Marmo Docimio.

I risultati ottenuti sui campioni prelevati sulla statua non sono dissimili da quelli ottenuti dall'analisi dei campioni di cava. In particolare le caratteristiche isotopiche del campione n. 4 sono relativamente vicine a quelle evidenziate dalla facies di colore variabile dal biancastro al bigio con fitta scistosità e a grana medio fine (campione C-1 prelevato in cava).
Complessivamente i punti relativi ai campioni prelevati sulla statua si trovano in posizione intermedia rispetto a quelli dei due campioni raccolti in cava, indicando che le maggiori differenze riguardano i rapporti isotopici dell'ossigeno. Differenze come quelle osservate, considerando sia la notevole dispersione dei dati nell'ambito del medesimo campione esaminato (sia di cava che prelevato sulla statua) sia le modificazioni che possono indurre i

processi alterativi (K. Ulens, L. Moens and R. Dams, 1995), sono del tutto accettabili anche nell'ambito del materiale estratto dalla medesima cava (Mariottini M, 1998).

5. Studio dei dati di letteratura e loro comparazione con i dati acquisiti dalle analisi dei campioni

L'insieme delle informazioni di tipo mineralogico – petrografico e geochimico ottenute dalle analisi dei campioni prelevati dalla statua sono state confrontate con quelle ricavate dallo studio delle banche dati sui "marmi bianchi", pubblicate dall'associazione ASMOSIA, oltre che dai dati in possesso del laboratorio di Artelab s.r.l. Lo studio comparativo è stato eseguito considerando anche le informazioni acquisite dagli esami condotti sui campioni prelevati da una delle cave aperte nel Comune di Vezza D'Oglio, in alta Val Camonica.

Sulla base delle caratteristiche mineralogico – petrografiche si può escludere che il marmo della statua virile provenga da una delle località di seguito elencate:

- Luni (distretto marmifero di Caparra, Italia);
- Monte Pentelico (Grecia, presso Atene);
- Isola di Paros (Isole Cicladi, Grecia, zone di Coltivazione dei marmi Paros 1, 2 (3) e 4);
- Isola di Naxos (Isole Cicladi, Grecia);
- Isola di Thasos (Grecia), limitatamente al marmo estratto presso capo Vathy;
- Dokimeion (Turchia centrale).

I caratteri isotopici misurati permettono di escludere la provenienza dall'Isola di Marmara (Turchia, Marmo Proconnesio), da Thasos (marmi Thasos 1 e 2, estratti presso Aliki) e da Aphrodisias (Turchia).
I dati isotopici tendono a concentrarsi in un'area, con caratteristiche peculiari, compresa tra quelle di 'pertinenza' dei marmi Naxos e Docimio (Dokimeion; si veda il diagramma $\delta^{13}C$ % PDB - $\delta^{18}O$ % PDB esposto nella pagina seguente). Risultati simili mostrano i campioni prelevati in una delle cave aperte nel Comune di Vezza d'Oglio (si veda il paragrafo n. 4; **[2]**). Le similitudini maggiori si hanno con il campione rappresentativo della facies scistosa di grana e colorazione variabile dal biancastro al bigio.
Anche il confronto con altri "marmi bianchi", di importanza secondaria sia per il volume di materiale estratto sia per la diffusione, ha fornito esito negativo. In particolare ci si riferisce ai marmi estratti nell'Isola di Forni (Turchia), nell'Isola di Skyros (Grecia), a Capo Tenario (Grecia), sul M.te Imetto (Grecia). Questi marmi infatti si differenziano da quello della statua o per i caratteri mineralogico – petrografici o per quelli isotopici.

6. Considerazioni conclusive: attribuzione di provenienza del materiale lapideo della statua

Il marmo della statua in studio mostra delle caratteristiche macroscopiche simili a quelli estratti nell'alta Val Camonica presso Vezza d'Oglio. Oltre alla grana ed alla tessitura scistosa il materiale lapideo è caratterizzato da soluzioni di continuità più o meno latenti (litoclasi) disposte quasi perpendicolarmente alla scistosità stessa. Tuttavia sono gli aspetti microscopici (microstruttura, tessitura, M.G.S.), mineralogici (minerali essenziali ed accessori) ed isotopici (rapporti isotopici: $^{13}C/^{12}C$ ed $^{18}O/^{16}O$) che indicano che il materiale lapideo del reperto può essere riferito al marmo affiorante presso Vezza d'Oglio.
Infatti, dal confronto con i più importanti marmi impiegati nella statuaria classica, si è evidenziato che il marmo in studio differisce sempre da questi per almeno uno dei caratteri diagnostici (M.G.S. isotopi, ecc.).
Le cave sfruttate in epoca moderna (almeno dal XVII secolo fino agli anni 60 del novecento) si trovano fra la Val Grande e la Val Pisor, presso località Pil alla base della Cima Rovaia. Si tratta di aree di coltivazione di piccole dimensioni che sfruttano le lenti di marmo inserite a vari livelli all'interno degli "Gneiss del Monte Tonale".

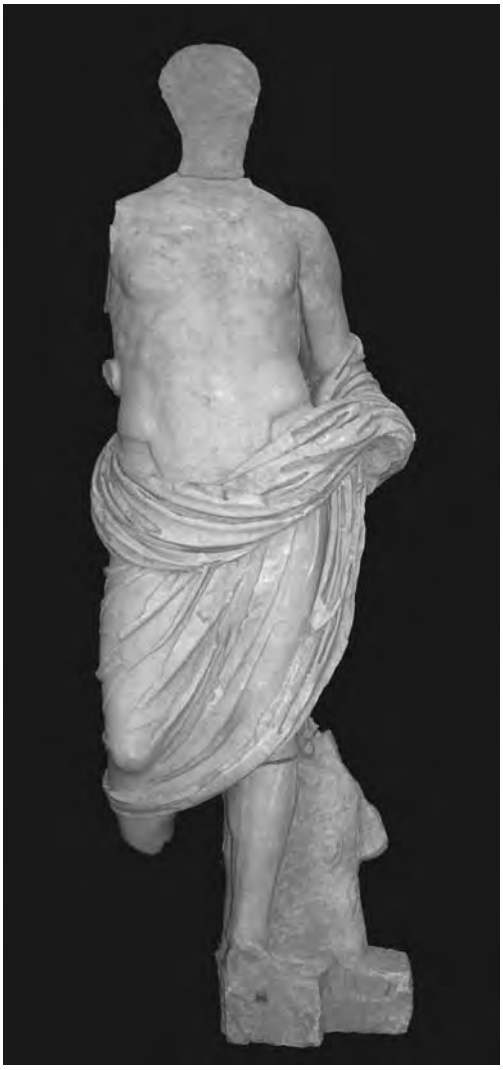


Figura n. 1. Visione frontale della statua ripresa alla fine delle operazioni di restauro.

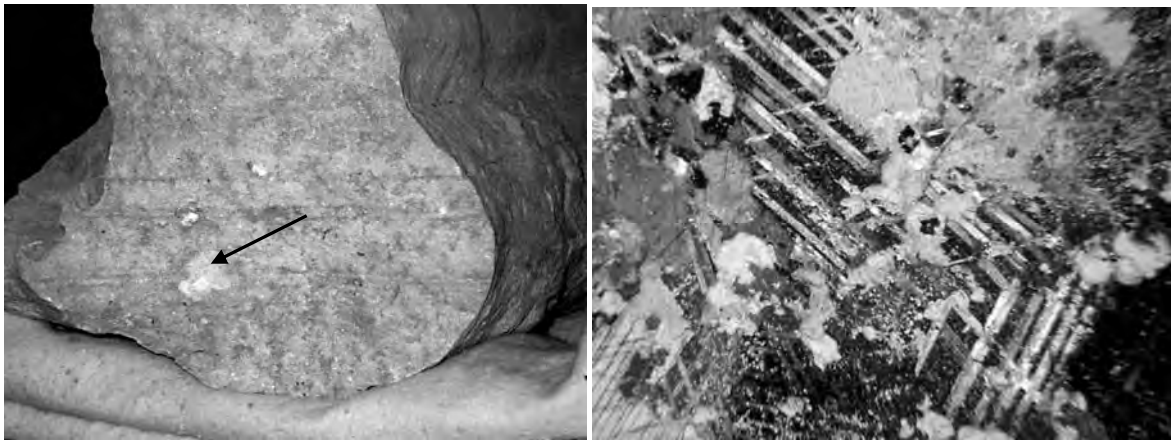


Figure n. ri 2 e 3. A sinistra la zona prelievo del campione n. 4. Sulla destra un'immagine che descrive una porzione della sezione sottie allestita con lo stesso campione (luce trasmessa, Nicols incrociati, ingrandimento di circa 50X).

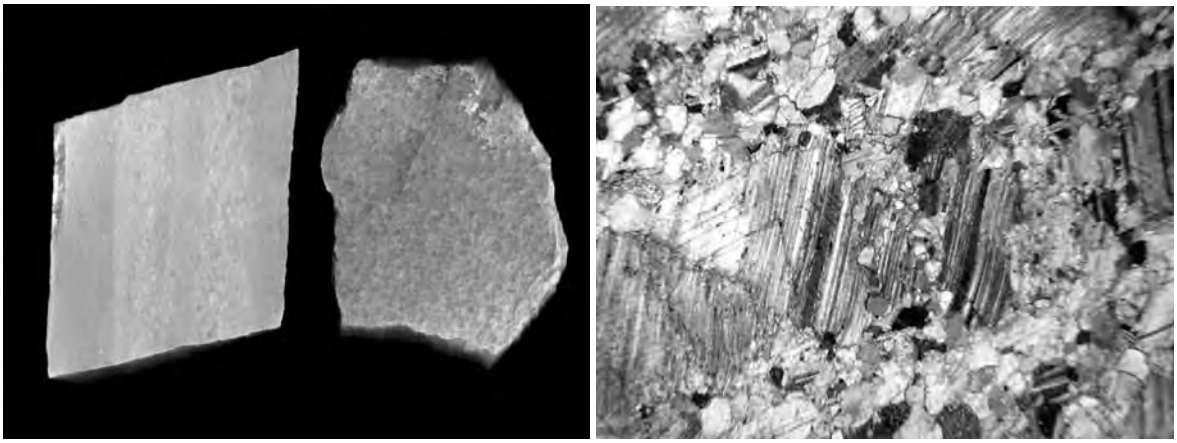


Figure 4 e 5. L'immagine sulla sinistra illustra le caratteristiche macroscopiche delle due facies (C-1 e C-2) campionate nella cava sfruttata fino agli anni 60 nel Comune di Vezza D'Oglio (BS).
L'immagine a destra (luce trasmessa, Nicols incrociati, ingrandimento di circa 50X) descrive una porzione della sezione ottenuta dal campione C-1.

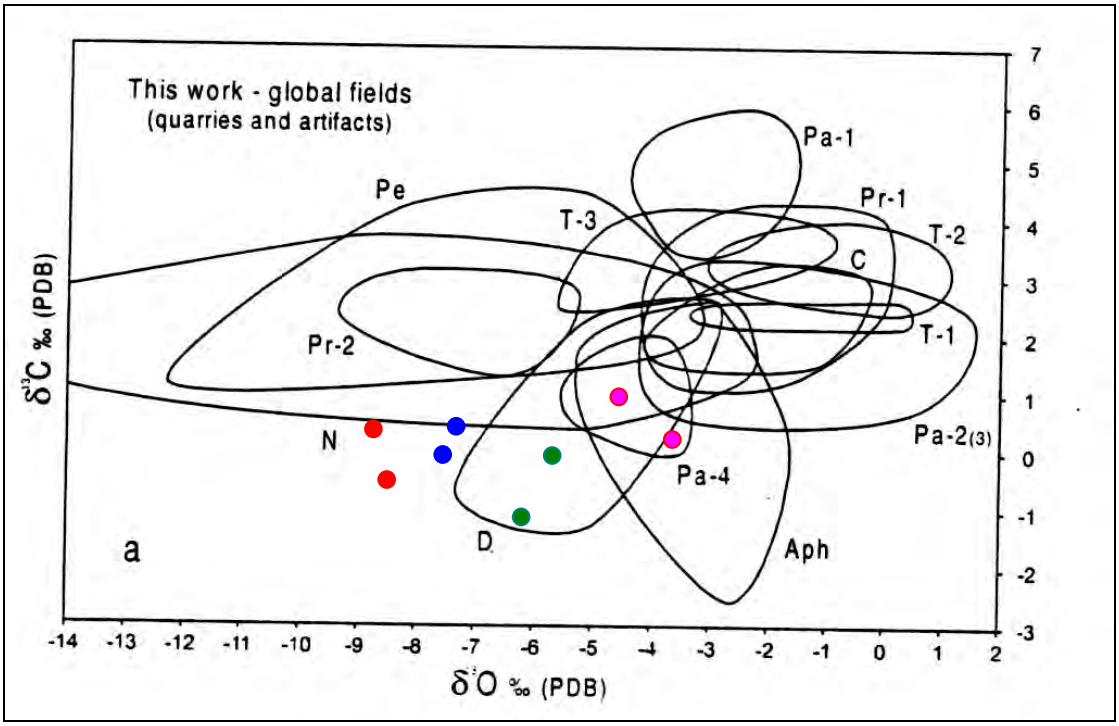


Figura 6. *Diagramma generale con i 'campi' relativi alle caratteristiche isotopiche dei più importanti marmi bianchi usati in epoca classica con i valori medi delle misure effettuate sui campioni prelevati sulla statua ed in cava* (da C. Gorgoni, L. Lazzarini, P. Pallante, and B. Turi, 2002).

Legenda punti misura
In rosso = misure sul campione C-1, raccolto in cava (facies di colore variabile dal biancastro al bigio con fitta scistosità e a grana medio fine)
In fucsia = misure sul campione C-2, raccolto in cava (facies bianca omogenea di grana media)
In verde = misure sul campione 3, prelevato sulla statua; In blu = misure sul campione 4, prelevato sulla statua

Legenda marmi
Aph: Aphrodisias; C: Carrara (Lunense); D: Dokimeion (Docimio); N: Naxos; PA: Paros (Paros 1, Paros 2 – 3, Paros 4); PE: Penteli; PR: Prokonnesos (Prokonnesos 1 e Prokonnesos 2); T: Thasos (Thasos 1, Thasos 2 e Thasos 3)

NOTE

[1]Qualcuno però dovette provare ad aggiustare la statua e cominciò ad eseguire i fori necessarii all'inserimento di perni e staffe. Forse durante la lavorazione la statua si ruppe ulteriormente al punto da far desistere dal restaurarla. Quest'ipotesi spiegherebbe l'assenza di ferro e collante nei fori 'non finiti' ed anche l'assenza di altri frammenti di marmo pertinenti, ad esempio l'altro piede, la faccia, il braccio destro e la mano sinistra. Per lo stesso motivo, la statua è stata rimontata su di un supporto in acciaio, senza l'inserimento di perni, svincolando il torso dal piede con un montaggio reversibile.
[2] Anche se le analisi eseguite su solo due campioni prelevati non sono sufficienti per una banca dati di riferimento sulle caratteristiche isotopiche di un materiale carbonatico. Anche alcuni reperti conservati a Brescia, nel Museo di Santa Giulia, studiati di recente dallo scrivente, mostrano tuttavia caratteristiche petrografiche ed isotopiche molto simili a quelle dei campioni prelevati in cava e sulla statua.

BIBLIOGRAFIA

1. C. Gorgoni, L. Lazzarini. P. Pallante (1992). *Identification of ancient white marbles in Rome. I: the Arch of Titus. In the Science and Technology for Cultural Heritage*, pp. 79 – 86.
2. C. Gorgoni, L. Lazzarini, P. Pallante, and B. Turi (2002). An uptadet and detailed mineropetrographic and C-O stable isotopic reference database for the main Meditterranean marbles used in antiquity. In *ASMOSIA V, Interdisciplinary Studies on Ancient Stone – Proceedings of the Fifth International Conference of the Association for the Study of Marble and Other Stones in Antiquity, Museum of Fine Arts, Boston, June 1998*; pp. 115 – 131, J. Herrmann, N. Herz and R. Newman (eds.), 2002, *Archetype Publications* (London).
3. J.J. Herrmann, Jr. and R. Newman (2002). *New sculptures in Thasian dolomite: Turkey, Greece, Egypt, Italy.* In ASMOSIA V, pp. 215 – 224.
4. K. Germann, G. Gruben, H. Knoll, V. Valis, and F. J. Winkler, 1988. *Provenance characteristics of cycladic (Paros and Naxos) marbles – A multivariate geological approach.* In ASMOSIA I, Classical marble: Geochemistry, Technology, Trade, pp. 251 – 262; N. Herz and W. Waelkens (eds.), *1988 by Kluwer Academic Publishers*.
5. K. Ulens, L. Moens and R. Dams (1995). *Analytical methods useful in authenticating ancient marble sculptures*, in ASMOSIA III, pp. 199 – 205. Y. Maniatis, N. Herz and Y. Basiakos (eds.), 1995, *The Study of Marble and Other Stones Used in Antiquity; Archetype Publications* (London).
6. L. Lazzarini, G. Moschini and B. M. Stievano (1980). *A contribution to the identification of italian, greek and anatolian marbles through a petrological study and the evaluation of Ca/Sr ratio*. In Archeometry 22, (2) 173 – 183, GB.
7. L. Lazzarini, G.P. Pensabene, B. Turi (1999). *Isotopic and petrographic characterization of Marmor Lesbium, Island of Lesbos, Greece*. In ASMOSIA IV, *Materiaux – Marbres et Autres Roches. Actes de la IV^{ème} Conférence Internationale de l'Association pour l'Étude des Marbres et Autres Roches Utilisés dans le Passé*; Centre de Recherche en Physique Appliquée à l'Archéologie and Presses Universitaires de Bordeaux (Bordeaux-Talence), pp 125 -129, M. Schvoerer (ed.), 1999.
8. L. Lazzarini, G. Ponti, M. Preite Martinez, P. Rockwell, and B. Turi (2002). *Historical, technical, petrogrphic and isotopic features of Aphrodiasian marble*. In ASMOSIA V, pp. 163 – 168.
9. M. Bruno, S. Cancelliere, C. Gorgoni, L. Lazzarini, P. Pallante, and P. Pensabene (2002). *Provenance and distribution of withe marbles in temples and public buildings of Imperial Rome*. In ASMOSIA V, pp. 289 – 300.
10. McCrea, J. M. (1950). On the isotopic chemistry of carbonates and a paleotemperature scale. Journal of Chemical Physics 18: 849 – 57.
11. M. De Nuccio, M. Bruno, C. Gorgoni, and P. Pallante (2002). *The use of Proconnesian marble in the architectural decoration of the Bellona Temple in Rome*. In ASMOSIA VI, pp. 293 – 302.
12. M. Mariottini, 1998. *La provenienza dei marmi cristallini usati in antico: un problema aperto. In "Marmi Antichi II"*, a cura di P. Pensabene, 23 – 36, "L'Erma di Bretschneider", Roma.
13. R. Bugini, L. Folli (2002). *A first catalogue of the reuse of coloured marbles in lombard architecture, ASMOSIA VI*, pp. 85 – 88.
14. R. H. Tykot, J.J. Hermann, Jr., N. J. Van der Merwe, R. Newman, and K. O. Allegretto (2002). *Thasian marble sculptures in European and American collections: isotopic and other analyses*. In ASMOSIA V, pp. 188 – 195.

SESSIONE IV

CONSERVAZIONE PREVENTIVA

L'INTERVENTO PER LA CONSERVAZIONE DELLA PIROGA MONOSSILE DEL LAGO DI BOLSENA

Ingrid Reindell*, M.Laura Santarelli **, Gianni Tei ***

*Restauratrice, Via San Martino ai Monti, 20a - 00184 Roma, reindellingrid@tiscali.it
** Ricercatrice, CISTeC - Università di Roma "Sapienza", via Eudossiana, 18, 00184 Roma, marialaura.santarelli@uniroma1.it
*** Professionista, Elettromeccanica di Nave Anna, Roma

Abstract

La piroga monossile in faggio, risalente a circa 2700 anni, fu ritrovata nel 1989 immersa nelle acque del Lago di Bolsena. Apparve subito la necessità di un intervento di consolidamento del legno archeologico.
Tale intervento doveva essere effettuato prevedendo la progettazione e costruzione di un adatto alloggiamento dei frammenti di legno per la lunga durata dei trattamenti di conservazione con PEG.
Per questi trattamenti è stata progettata una vasca modulare in acciaio con due sistemi di riscaldamento e pompe. E' stata inoltre effettuata la caratterizzazione del legno e del suo stato di degrado. Il trattamento del legno iniziò nel 1998 ed è terminato nel 2000.
Nel 2001 i frammenti della piroga, ormai consolidati e asciutti, furono trasportati presso l'officina del Sig. Gianni Tei a Roma, ove fu progettato e costruito un supporto in acciaio inox per la musealizzazione del reperto.
Nel 2005 la piroga così sistemata fu collocata su un mezzo di trasporto e riportata a Capodimonte dove è in fase di allestimento un piccolo museo civico a lei dedicato.

Introduzione

Risale all'ottobre del 1989 il ritrovamento di una antica piroga [1], costituita da un monossile di faggio, da parte di un gruppo di subacquei guidati dall'Ing. Fioravanti di Bolsena. Il reperto, lungo circa 6 metri, largo circa 0,80 metri e alto circa 0,30 metri, si presentava in precarie condizioni per la debole consistenza del legno e la presenza di numerose fratture. Poiché al momento della scoperta la piroga era stata svuotata sott'acqua mediante delle sorbone, per un più sicuro recupero si era poi proceduto ad un nuovo riempimento col lo stesso fango del lago. Era stato inoltre costruito un cassone di legno con intelaiatura in tubi di acciaio intorno e al di sotto del fango circostante. Tutto il complesso venne quindi sollevato dal fondo del lago (circa 12 m) con l'ausilio di galleggianti rigidi riempiti gradualmente d'aria, ottenendo in tal modo una lenta risalita in superficie senza traumi e scosse. Dopo una breve sosta nel porto di Capodimonte, piccolo Comune sul Lago di Bolsena, la cassa venne portata, su richiesta della Soprintendenza Archeologica dell'Etruria Meridionale, nell'ex mattatoio di Capodimonte, e venne inserita in una "piscina" con ricambio frequente dell'acqua, in attesa del trattamento di consolidamento con PEG 4000 (Fig. 1).

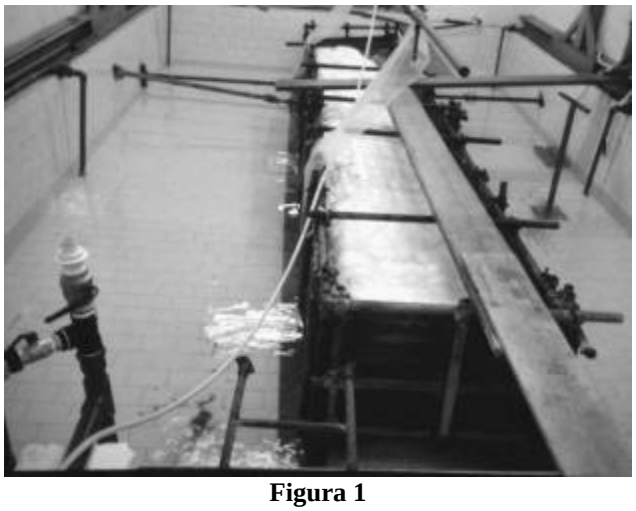


Figura 1

Creazione di una vasca speciale per il consolidamento della piroga

Dal 1991 inizia l'intervento della ditta I. Reindell. Dopo una serie di riflessioni e prove sperimentali, che qui non vengono approfondite, all'inizio del 1995 fu progettata [2] una vasca modulare in acciaio inox lunga 7 metri (ogni segmento ha dimensioni 1m x 1m x 1m), con rubinetti di scarico, coibentata e chiudibile (Fig. 2). In tale

vasca la miscela di acqua e PEG 4000 veniva tenuta a temperatura costante di 60°C durante tutta la durata del consolidamento attraverso due sistemi di riscaldamento, e mantenuta in ricircolo mediante un sistema di pompe ad hoc (Fig. 3).



Figura 2



Figura 3

In effetti queste pompe dovevano essere in grado di garantire il flusso della miscela PEG-acqua fino alla fine del trattamento, quando la soluzione fosse arrivata vicino al 95% divenendo estremamente viscosa.
Prevedendo di riusare questo sistema anche in futuro, ciascun segmento della vasca modulare è stato concepito in modo da poter controllare - previe piccole modifiche - la temperatura e il deflusso del liquido di trattamento. Questo permette di inserire o allontanare i singoli segmenti in modo da ottenere vasche di dimensioni più grandi o più piccole per successivi trattamenti di altri manufatti di varie misure.
Parallelamente è stata eseguita la caratterizzazione del legno sia per individuare la natura botanica del legno e sia il suo stato di conservazione. I risultati della caratterizzazione della natura del legno ha individuato che la piroga derivava da un tronco di faggio (1), mentre la caratterizzazione dello stato di degrado è stata effettuata mediante analisi termogravimetrica (TGA). Questa analisi registra le perdite in peso quando un campione viene riscaldato fino a 1000°C. Nel caso dei legni permette di distinguere le fasi delle cellulose da quella della lignina durante la loro combustione, riscaldando 10 mg di campione (2). In Fig. 4 viene riportato il grafico dell'analisi ove è possibile osservare che la struttura di cellulosa è ancora presente in buona concentrazione (92.1%) mentre la fase lignina è più degradata, ma comunque ancora presente (6.5%). Questo giustificava l'aspetto "soffice" del legno ancora bagnato.

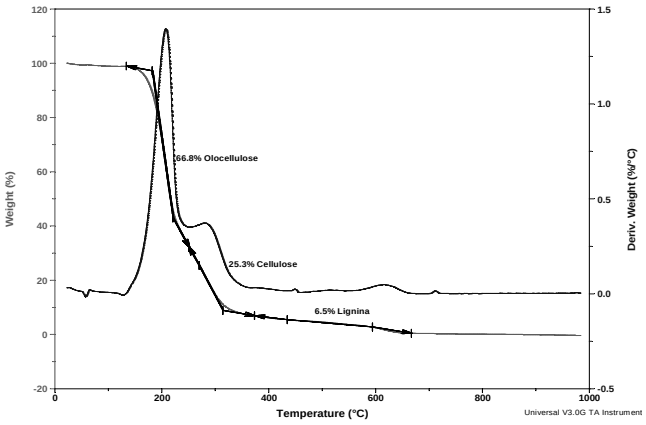


Figura 4

Nel 1996 si iniziò a svuotare l'interno della piroga constatando che era notevolmente frammentata. Apparve la necessità di costruire sul fondo della vasca di acciaio un supporto, sempre in acciaio inox, di forma concava secondo una sezione trasversale media della piroga, per una lunghezza di circa 6 metri; a tal fine ci si poté basare sui rilievi eseguiti quando essa si trovava ancora sott'acqua, (Fig. 5). Sulle 20 ordinate, montate alla distanza di circa 30 cm l'una dall'altra, e collegate mediante tondini in acciaio, si montò una lamiera in acciaio forata in

modo da poter appoggiare su questa sorta di "letto" tutti i pezzi della piroga, seguendone la forma originale; ciò è avvenuto naturalmente dopo la loro liberazione dal fango ed un accurato lavaggio (Fig. 6, Fig. 7).



Figura 5

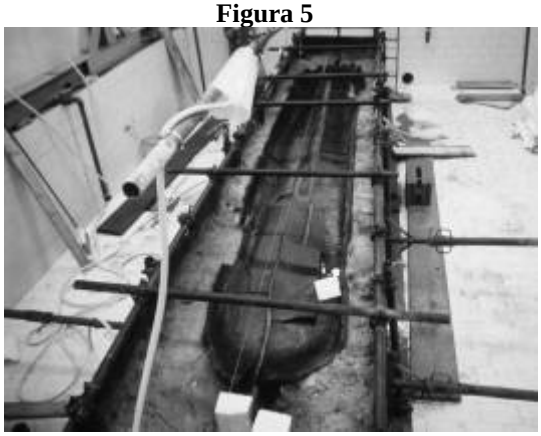


Figura 6



Figura 7

Nel maggio 1998 iniziò il trattamento con il PEG (Fig. 8) a concentrazione 15%, che terminò nel novembre 2000 alla concentrazione 95%. In figura 9 e 10 vengono riportate le immagini al microscopio stereoscopico a luce riflessa UV (200x); si può osservare la situazione del legno, rispettivamente all'inizio e alla fine del trattamento. La maggior fluorescenza nella figura 10 è dovuta alla presenza del PEG nelle cellule del legno. Dopo la lunga, completa asciugatura del legno, ormai tornato ad una condizione solida e sicura, la Soprintendenza Archeologica dell'Etruria Meridionale diede nell'ottobre del 2001 il permesso di portare i frammenti a Roma, nella officina del Signor Gianni Tei, al fine di costruire un supporto in acciaio inox per la musealizzazione del reperto.



Figura 8

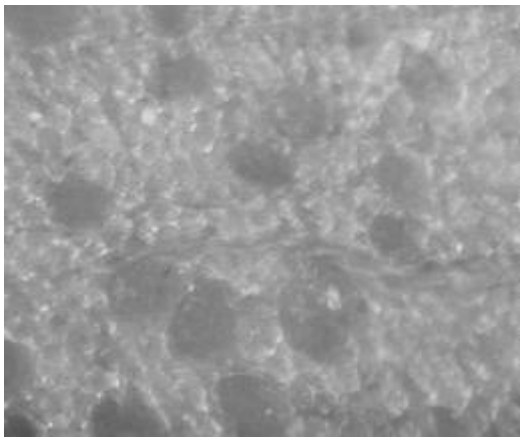


Figura 9

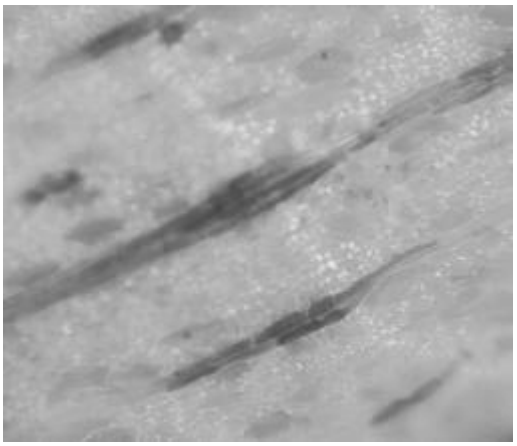


Figura 10

Creazione di un supporto per la musealizzazione finale.

E' stato dunque ideato e creato dal Signor Tei un supporto in acciaio inox, completamente registrabile e adattabile, tenendo conto che la piroga consisteva di innumerevoli pezzi. L'esigenza era inoltre di rendere visibili la poppa e la prua a causa della loro particolare forma.
Su una trave portante, in scatolare, di 6 metri di lunghezza, che venne posta di taglio con quattro piedi a T poggiati a terra, è stato fissato un tondo in acciaio pieno mediante un certo numero di cravatte scomponibili, saldate sul dorso della trave, mantenendolo però distanziato dalla trave stessa (Fig. 11). Alle estremità delle cravatte sono state montate uniformemente, ed a uguale distanza, delle semicentine contrapposte paragonabili allo scheletro osseo di un pesce (lische), riproducendo in tal modo la sagoma della piroga, e trascurando per il momento la poppa e la prua. Le semicentine sono concepite in modo da essere registrabili sia nell'angolazione che nella altezza. Ciò si è reso necessario a causa della impossibilità di fare un rilievo preciso visto lo stato frammentario del reperto (Fig. 12, Fig. 13).



Figura 11

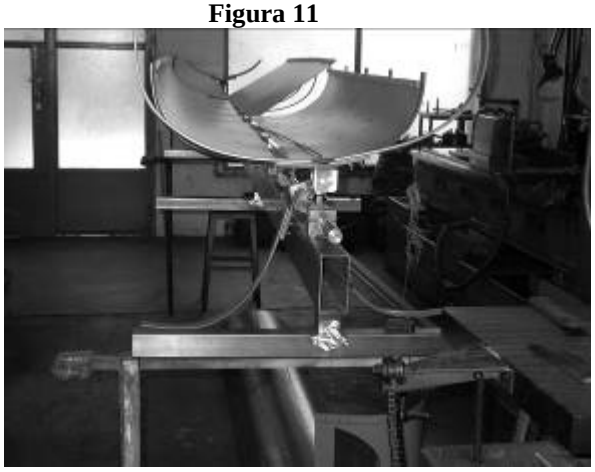


Figura 12

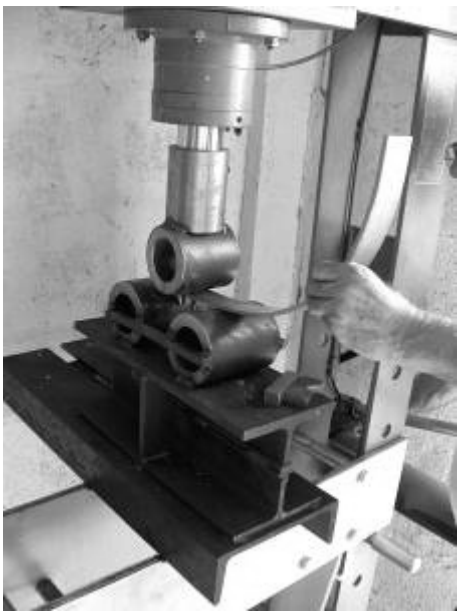


Figura 13

Su questa parte centrale del supporto è stato montato provvisoriamente un laminato di PVC, che, essendo un materiale molto flessibile, consentiva un perfetto adeguamento alle irregolarità della piroga. In effetti, appoggiandovi i frammenti di legno, si è riusciti a bloccare definitivamente le semicentine nella loro corretta angolazione e forma (Fig. 14, Fig. 15).

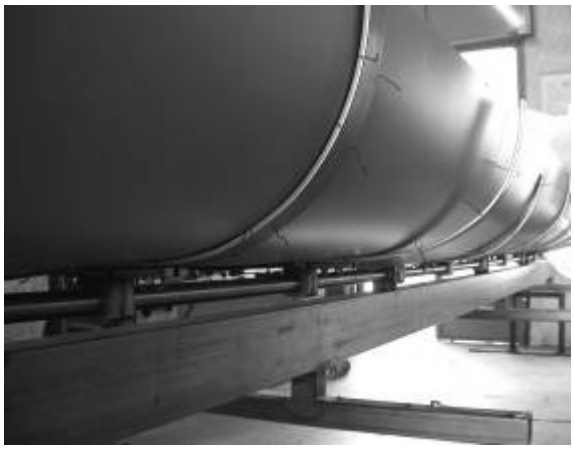


Figura 14



Figura 15

Per la prua e la poppa, che creavano un particolare problema per la loro pesantezza e frammentarietà, sono stati realizzati dei supporti articolati a gabbia. Inoltre, procedendo verso le estremità, veniva anche a cambiare il raggio di curvatura. Sono state montate quindi delle lamine flessibili ad U, che consentivano le registrazioni in larghezza (vale a dire nel senso del raggio) e nella quota (Fig 16). Appoggiati infine i frammenti della poppa e prua si riuscì a saldare in questo modo definitivamente gli elementi delle gabbie (Fig. 17, Fig. 18).



Figura 16



Figura 17



Figura 18

Concluse queste operazioni provvisorie, si è sostituito il laminato in PVC (Fig. 19) nella parte centrale, con lamine in acciaio inox traforate, dopo aver rimosso tutti i frammenti in legno (Fig. 20).



Figura 19



Figura 20

Si è potuto quindi eseguire il definitivo assemblaggio della piroga sul suo supporto.
Per il fissaggio dei frammenti più grandi e pesanti, che inevitabilmente tendevano a slittare verso l'interno, furono realizzati all'interno degli agganci non visibili dall'osservatore (Fig. 21).

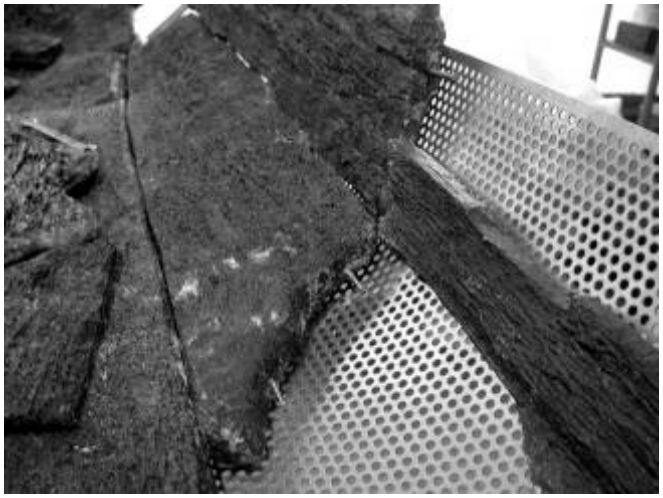


Figura 21

Inoltre sono stati incollati tutti i frammenti con delle colle appropriate per il legno che era stato consolidato con il PEG. Infine, una serie di stuccature con colla mista a segatura colorata ed alcune integrazioni con legno simile alla venatura del reperto, anch'esso colorato, hanno terminato questo lungo e difficile restauro. Il tutto si è concluso nel maggio del 2005.
Per il ritorno al lago di Bolsena, il nuovo supporto con la piroga fu munito di quattro ruote gommate piroettanti. Le ruote servivano per la movimentazione della piroga e avevano anche lo scopo di controllare e attutire le vibrazioni durante gli spostamenti. Finalmente, nel settembre del 2005, la piroga, così sistemata, fu collocata su un mezzo di trasporto (Fig. 22) e riportata a Capodimonte, dove è attualmente in fase l'allestimento un piccolo museo civico a lei dedicato proprio nell'ex Mattatoio, luogo della sua lunga degenza (Fig. 23, Fig. 24).



Figura 22



Figura 23



Figura 24

Conclusioni

Il complesso restauro della piroga è stato possibile grazie alla collaborazione, nel corso di molti (troppi) anni, fra vari esperti; è stato purtroppo reso difficile da problemi di mancanza di fondi, che sono stati affrontati con impegno sia dal Comune di Capodimonte, sia in particolare dalla Soprintendenza Archeologica dell'Etruria Meridionale. Per il restauro dei legni bagnati occorrerebbe un laboratorio particolarmente attrezzato, che comporterebbe però dei costi enormi. Nonostante le tante difficoltà che si sono manifestate nel corso degli anni, si è riusciti ad arrivare ad ottenere informazioni sulle tecniche di esecuzione, sul materiale usato e di avere una ottima lettura del reperto, con la sicurezza e la soddisfazione di aver contribuito a salvare un interessante e importante testimone della nostra civiltà.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Soprintendenza Archeologica dell'Etruria Meridionale, in particolare la dott.ssa Patrizia Petitti, archeologa e ispettrice della Soprintendenza, il Comune di Capodimonte, i Signori Gabriele Tommasi e Enrico Leoni per la loro validissima collaborazione rispettivamente durante la prima e la seconda fase del restauro.

NOTE

[1] Viene datata ad un periodo compreso fra il XIV e la fine dell'XI secolo a.C., cf. G. Calderoni, M. Giardini, P. Petitti, L. Sadori Le piroghe del lago di Bolsena: analisi xilologiche e datazioni radiometriche, "Giornale Botanico Italiano" 130/1, 1996 (91° congresso della Società Botanica Italiana).
[2] Progetto: I. Reindell- G. Tommasi; realizzazione: Ditta Giorgio Marino.

BIBLIOGRAFIA

(1) G. Calderoni, M. Giardini, P. Petitti, L. Sadori, *Le piroghe del lago di Bolsena: analisi xilologiche e datazioni radiometriche*, "Giornale Botanico Italiano" 130/1, (91° congresso della Società Botanica Italiana) 1996.
(2) C. Meucci, M.L. Santarelli, *Degrado e composizione chimica del relitto di Oneraria minore II del Museo di Fiumicino (Roma) – Parte I*, Science and Technology for Cultural Heritage, Anno 10/1-2, Istituti editoriali e poligrafici internazionali, Pisa – Roma, 2001.

IL SILENZIO DELLA MANUTEZIONE . CONSERVAZIONE PREVENTIVA E MONITORAGGIO AL SACRO MONTE DI VARALLO

Elena De Filippis

*Direttore dell'Ente regionale che gestisce il Sacro Monte di Varallo, Riserva naturale Speciale del Sacro Monte di Varallo,piazza della Basilica, località Sacro Monte, 13019 Varallo (VC), 0163/53938,3487401837, defilippis@sacromontevarallo.com

Abstract

L'intervento illustra l'articolato programma periodico e costante di manutenzione ordinaria del Sacro Monte di Varallo, complesso artistico religioso formato da 45 cappelle distribuite su di una collina, parte in zona boschiva parte in area a giardino e per la zona terminale articolate intorno a due piazze. Le cappelle illustrano internamente le varie tappe della vita di Cristo con statue policrome a grandezza naturale e scene dipinte sulle pareti interne. Il complesso, realizzato fra la fine del XV e il XIX secolo, vi vede attivi alcuni dei maggiori artisti del panorama culturale lombardo, dai fratelli De Donati a Gaudenzio Ferrari, Morazzone, Tanzio da Varallo, Melchiorre Gherardini, Dionigi Bussola.
L'ampiezza del patrimonio custodito, la sua importanza, la localizzazione in stretta contiguità con la vegetazione (in alcune zone avvolgente) ed in un'area ad elevata umidità ambientale, la vetustà dei manufatti, la varietà dei materiali utilizzati (dai dipinti murali alle sculture lignee policrome o alle statue in malta o in terracotta, ai pavimenti plasmati e/o dipinti in malta o cocciopesto, alle grate lignee, alle vetrate legate a piombo), lo stratificarsi degli interventi di manutenzione spontanei nel tempo e dei restauri storici da metà Ottocento, nonché l'abbandono per più di un secolo delle pratiche di manutenzione ordinaria periodica, rendono particolarmente complesse le scelte conservative. Di qui la necessità di studiati programmi di lavoro che consentano da una parte di evitare il prosieguo del degrado, prevenendolo con accurate scelte manutentive (e anche di conservare l'efficacia dei restauri effettuati), dall'altra di individuare correttamente le cause del deteriorarsi dei materiali e le priorità per rendere efficace la conservazione ed utilizzare nel migliore dei modi le risorse disponibili.
Si è impostata negli ultimi dieci anni una campagna di manutenzione ordinaria dei tetti e pulizia delle vie di convogliamento delle acque meteoriche (due volte l'anno, dopo le ultime nevicate e alla fine dell'autunno), di manutenzione ordinaria, pulizia e controllo degli interni delle cappelle ad opera di restauratore specializzato (in stretto anticipo sulla Pasqua e all'inizio di dicembre). Entrambi gli interventi sono accompagnati dalla realizzazione di una serie di operazioni, sistematizzate in un apposito rilevamento. La manutenzione dei tetti si è completata con l'ispezione sistematica dei sottotetti e la schedatura dello stato di conservazione delle loro varie componenti (manto in pietra, grossa e piccola orditura). Analogamente anche la manutenzione dei manufatti artistici interni si accompagna a schede conoscitive, regolarmente aggiornate che mettono in relazione l'edificio e il suo apparato decorativo. La sistematica schedatura delle lesioni statiche delle murature (e relativo monitoraggio ove occorre) e un'accurata indagine diagnostica delle cause e modalità di azione dell'umidità completano il quadro del controllo e monitoraggio del patrimonio. La messa in serie e interrelazione dei dati raccolti consente la costruzione di un programma di urgenze e priorità di intervento su cui convogliare i limitati finanziamenti disponibili.

Lavoro esteso

Il Sacro Monte di Varallo è un complesso monumentale sorto per motivi religiosi tra la fine del XV e il XIX secolo, composto da quarantaquattro cappelle ornate internamente da dipinti murali e statue a tutto tondo a grandezza naturale, con barbe e capelli in tutto simili a quelli delle persone vere All'interno delle cappelle è raccontata, in sequenza cronologica, la vita di Cristo. Il percorso si snoda lungo la collina, ora nel bosco, ora in zone a giardino per raggiungere le due piazze urbane poste sulla sommità e la Basilica, meta terminale (fig.1).



Figura 1. Il Sacro Monte di Varallo visto dall'alto, foto Roberto Rosso

Il Sacro Monte che noi vediamo oggi è il frutto di una complessa storia evolutiva guidata dal mutare della sensibilità religiosa.
Le sue complesse vicende costruttive (con diverse fasi di progettazione e riorganizzazione) lo hanno visto trasformarsi nel tempo: dall'originario progetto di riproduzione dei luoghi della Terra Santa profondamente connesso alla spiritualità dei francescani Minori Osservanti ed al legame profondo tra questa devozione e i luoghi santi di Palestina che erano stati testimoni della vita di Cristo [1], al progetto di città-giardino ideale di tardo manierismo di Galezzo Alessi contraddistinto da elaborati tempietti a pianta centrale, fontane, giochi d'acqua, aree a giardino, all' esemplare esperimento di narrazione della storia sacra del vescovo Bascapè (1593-1615), in linea con le norme post tridentine, controllato nei contenuti, coinvolgente e comunicativo. Questa ultima fase è quella che lo ha maggiormente caratterizzato e che ne segna l'immagine attuale [2].
Le opere d'arte contenute nelle cappelle, statue e pitture, sono opera di artisti fra i più importanti della storia dell'arte piemontese e lombarda (l'area ha gravitato sino all'inizio del Settecento intorno al Ducato di Milano e risente delle influenze della cultura lombarda): vi hanno lavorato personaggi come i fratelli De Donati, Gaudenzio Ferrari, Morazzone, Tanzio da Varallo, Melchiorre Gherardini (fig. 2). La sua conservazione è quindi una grande responsabilità per chi vi opera, ancor più evidente dopo l'inserimento nella lista dei beni di interesse mondiale tutelati dall'Unesco, avvenuto nell'estate del 2003.



Figura 2. Cappella della Crocifissione (n. 38) , foto Gonella

La conservazione del Sacro Monte di Varallo presenta, enfatizzate, le tematiche conservative degli altri Sacri Monti: l'ubicazione delle costruzioni in un contesto ambientale con presenza di vegetazione che a volte (è il caso delle costruzioni della prima fase francescana) risulta avvolgente, il continuo scambio climatico fra interno ed esterno essendo le cappelle ambienti semiconfinati chiuse solo da grate traforate (fig. 3). La situazione è complicata dalla notevole stratificazione storica (fine XV-XX secolo), dall'ampia varietà dei materiali utilizzati per le sculture (legno, terracotta, materiali misti), dall'elevata umidità ambientale e dal frequente sovrapporsi alle opere originali di materiali di manutenzione e restauro storico.



Figura n. 3. Prospetto della cappella dell'Ecce homo (n. 33)

La prima e più urgente causa di degrado, a Varallo come in tutti i Sacri Monti, è l'umidità, che agisce per infiltrazione diretta dai tetti delle cappelle, se non sono perfettamente "a tenuta", per risalita capillare, se l'acqua piovana non è ben convogliata e allontanata dal perimetro delle murature, per condensa [3], o per assorbimento diretto dall'ambiente laddove sui manufatti siano presenti, come abbiamo avuto modo di constatare recentemente, sali nitrati fortemente igroscopici.



Figura 4. La cappella della Strage degli Innocenti (n. 11)



Figura 5. Scorcio del complesso di Nazaret

La conservazione del complesso diviene presto uno dei temi di attenzione, anche nel prosieguo della sua realizzazione: fondamentali indicazioni su come preservare le cappelle e le opere d'arte in esse contenute da un veloce e irreversibile degrado sono infatti elencate negli atti delle visite pastorali dei vescovi della diocesi del XVII secolo. Si tratta di norme di buon senso: puntuale era, ad esempio, il monito ad abbattere questa o quella pianta troppo vicina alla cappella, onde evitare danni alle coperture e ristagno di umidità. Vigeva allora uno studiato equilibrio fra la vegetazione e gli edifici e la scelta degli alberi privilegiava essenze locali solitamente con chiome di dimensione contenuta. Oggi, dopo che nel XIX e in parte del XX secolo si è perso quell'antico e saggio criterio, piante monumentali di notevoli dimensioni invadono la zona di rispetto delle costruzioni. [4].

Il cantiere è ora ormai concluso e il Sacro Monte è gestito non più dai vescovi e dalla fabbricieria, ma da un ente laico, la Riserva Naturale Speciale del Sacro Monte di Varallo, creato dalla Regione Piemonte per

tutelare questa realtà artistica e paesaggistica così particolare creata dall'insieme delle cappelle e del contesto che le circonda; centrale nell'attenzione di questo ente è la tutela e manutenzione del complesso. Compito gravoso sia per i fondi inevitabilmente limitati che per le conseguenze dell'abbandono (almeno nell'ultimo secolo) della pratica della manutenzione ordinaria programmata e di tutte quelle norme di buon senso che giovavano un tempo alla buona conservazione del patrimonio. Primo obiettivo è evitare il peggioramento, cioè tenere sotto controllo tutte le quarantaquattro cappelle con le opere in esse contenute. E' stato necessario per questo darsi presto un metodo di lavoro volto ad evitare il crescente deperimento del complesso e a consentire progressi graduali evitando picchi negativi di conservazione anche sulla singola cappella [5].

MANUTENZIONE DEI TETTI

Per scongiurare il rischio di infiltrazione di acqua dalle coperture, e il conseguente degrado degli affreschi che ornano le volte delle cappelle si è innanzitutto intervenuti, dopo l'istituzione dell'ente regionale di tutela, per la revisione sistematica dei tetti delle cappelle, costruiti secondo una tecnica tradizionale diffusa in loco, con lastre di pietra sovrapposte, posate su di una orditura lignea e per il ripristino del corretto sistema di convogliamento delle acque piovane per allontanarle dalle murature con la posa sistematica di pozzetti ispezionabili ai piedi delle cappelle.



Figura 6. La struttura dei tetti in beola



Figura 7. La struttura dei tetti in beola

La tecnica di realizzazione dei nostri tetti richiede una cura ed un controllo assidui: un'abbondante nevicata, per il carico della neve in disgelo, può provocare lo scivolamento di uno o più corsi di pietra anche di un tetto appena rifatto (le lastre sono solo sovrapposte, non inchiodate); il deposito di materiale vegetale dagli alberi può interferire con il corretto deflusso delle acque. Non a caso i vescovi raccomandavano con prescrizioni periodiche gli interventi di manutenzione ordinaria da effettuarsi. Così oggi abbiamo solo ripreso la pratica, che una volta costituiva un'abitudine, della manutenzione regolare delle coperture. Accanto ai necessari interventi di manutenzione "straordinaria", infatti, interveniamo per la loro "ordinaria" conservazione. Un tetto ben controllato e "manutenuto" sappiamo che può durare anche diversi secoli.
Un artigiano esperto nella tecnica locale delle coperture in "beola", accuratamente selezionato, due volte l'anno, in primavera, dopo lo scioglimento delle ultime nevi e nel tardo autunno, quando le foglie sono ormai cadute dagli alberi circostanti, revisiona le nostre coperture per verificare l'eventuale scivolamento o la rottura di lastre di pietra, rimuove i detriti vegetali presenti sulle falde del tetto, ripulisce accuratamente canali orizzontali e verticali di convogliamento delle acque piovane, curve e pozzetti, provandone la funzionalità con un getto di acqua corrente. Ciò affinché il possibile intasamento non provochi fuoriuscita di acqua sui muri con rischi di infiltrazioni all'interno (le pareti delle cappelle sono dipinte), o ristagno sul terreno, con conseguente risalita nelle murature per capillarità e danni per gli affreschi.



Figura 8. Uno scorcio dei tetti del Sacro Monte

Il giro di manutenzione ordinaria è diventato anche un' importante occasione di conoscenza dello stato di conservazione dei tetti, Si controlla, infatti, la stabilità e l'assetto del manto di copertura e, ove opportuno, si effettuano fori di ispezione per verificare le condizioni della travatura lignea e del tavolato di supporto delle beole. Un apposito modulo predisposto dopo anni di esperienza consente di registrare, con l'aiuto dell'artigiano, lo stato di conservazione delle varie parti componenti il tetto (il manto e la grande e piccola orditura) e del sistema di convogliamento delle acque indicando l'urgenza dell'intervento di manutenzione straordinaria. La scheda registra anche le peculiarità tecniche della copertura, i suoi eventuali limiti strutturali e gli interventi di manutenzione storici effettuati individuati a seguito dell'osservazione, elencando naturalmente le manutenzioni recenti. Essa diventa quindi un prezioso strumento conoscitivo della storia e delle caratteristiche del tetto. Proprio nel corso di queste ispezioni è risultato che le cappelle più antiche sono prive di travatura, risultando il manto in pietra poggiato direttamente sull'estradosso e su pietrame di riempimento e malta. Singolarmente l'assenza della struttura lignea di sostegno ha garantito maggior durata a questi tetti.
La scheda di ricognizione risulta un tassello fondamentale per costruire un quadro sinottico ragionato delle priorità di intervento sul complesso. Così la predisposizione del Programma Triennale delle Opere Pubbliche, lo strumento di lavoro obbligatorio in Italia per le pubbliche amministrazioni dall'approvazione della legge 109/1994, che individua gli interventi urgenti sui quali la pubblica amministrazione può chiedere finanziamenti pubblici nel successivo triennio, è supportata da un adeguato strumento di monitoraggio e conoscenza.



ANNO 2007

RISERVA NATURALE SPECIALE DEL SACRO MONTE DI VARALLO
SCHEDE SITUAZIONE DEI TETTI DEGLI EDIFICI STORICI DEL SACRO MONTE DI VARALLO

CAPPELLA 11

SCHEDA SINTETICA ATTUALE

Data: febbraio 2007	Operatore Vittorio Strambo	Compilatore Stefano Aletti
Descrizione stato	valutazione	Osservazioni
Manto di copertura	BUONO	
Piccola orditura	BUONO	
Media/grossa orditura	BUONO	
Lanterne (sigillature infissi e cupolini)	BUONO	
Lattoneria	BUONO	
Sistema di convogliamento interrato delle acque piovane	BUONO	
Valutazione su lavori recenti	BUONO	
Particolarità tecniche del tetto	———	
Interventi straordinari	———	1° 26.07.2006 - Ispezione al sottotetto per segnalazioni di infiltrazioni; la verifica ha dato parere negativo ed una buona situazione di asciutto

Descrizione generale della struttura:

Il tetto è ad orditura subcassoni con tessitura progressiva e continua senza spigoli e a giunti fissi serviti con PO e MEGO in castagni e latice, quest'ultimi inseriti durante gli assestamenti dovuti al rifacimento del tetto nel 1993/94. Sul tutto sono presenti paraneve in pietra con aggancio in ferro. Presenta di una lanterna sulla sommità.

OSSERVAZIONI STORICO-TECNICHE:

- il tetto è in generale buono stato (Raggioli e Calzino/Bottono)
- il tetto è stato completamente rifatto nel 1993/94 con sostituzione in rame della lattoneria (dire Stefano)
- Calzino/Bottone consigliavano lo sfrondamento degli alberi circostanti causa di problemi di spostamento delle beole e di intasamento delle grondaie.

Interventi recenti (direzione De Filippis)

- m.o.
- sfrondamento del faggio contiguo sul lato N
- posizionamento ancoraggio in acciaio ????
- m.s. ?

Il 26.07.2006 il manutentore Strambo, a motivo di varie segnalazioni che indicavano situazioni di infiltrazione d'aqua, ha effettuato un'ispezione nel sottotetto verificando l'assenza di problemi e lo stato asciutto delle stesso.

Figura 9. Scheda di ricognizione dello stato di conservazione dei tetti

CONOSCENZA, CONTROLLO E MANUTENZIONE ORDINARIA DELL'INTERNO DELLE CAPPELLE

La realtà del Sacro Monte di Varallo è una realtà di emergenza continua. Per dare un ordine a questa emergenza come è avvenuto per i tetti è stato necessario dotarsi di strumenti di conoscenza e di confronto fra le varie situazioni anche per la conservazione delle opere d'arte interne agli edifici, per evitare la disperante corsa a tamponare l'urgenza quotidiana disperdendosi in mille rivoli e perdendo di vista l'insieme. Così, ad opera di un esperto restauratore, è stata effettuata una schedatura descrittiva dello stato delle opere.
Accanto a questo lavoro di ricognizione e conoscenza si è avviato il lavoro sistematico di manutenzione ordinaria degli interni delle cappelle, concordato con la competente Soprintendenza. Un restauratore individuato, come l'artigiano esperto nei tetti, a seguito di un appalto quadriennale (per garantirgli continuità e conoscenza sufficiente della situazione specifica), ogni anno, in due occasioni, subito prima di Pasqua (all'inizio della stagione turistica) e alla fine dell'autunno compie un giro di controllo capillare delle cappelle, aggiornando le schede sullo stato di conservazione e segnalando le nuove problematiche emerse. Quindi rimuove, con la dovuta cautela, foglie, polvere e ragnatele dai pavimenti, dalle murature e dalle statue, rimette loro a posto le parrucche e gli accessori mobili, ridando così all'insieme quel senso di cura assidua e decoro che altrimenti perderebbe in un breve arco di tempo.



Figura 10. Cappella del primo sogno di Giuseppe (n. 4), dettaglio



Figura 11. Cappella della Natività (n. 6), dettaglio

In occasione del primo giro di conoscenza e manutenzione il restauratore ha proceduto a impacchettare e conservare gli innumerevoli frammenti di dita e pezzetti di statue ritrovati qua e là nelle cappelle o gli accessori delle statue accumulati casualmente (ad esempio le armi). Nei giri successivi ha incollato questi frammenti ove staccati di netto e non sbriciolati e erosi per effetto dell'umidità. Con l'aiuto di dati certi, ad esempio fotografie storiche, ha poi ricollocato correttamente gli attributi della statuaria ridando piena leggibilità alla scena. Si è, invece, volutamente non affrontato il problema delle barbe e delle capigliature, spesso sporche e soprattutto rade e impoverite, poiché si è ritenuto che la loro ricomposizione richiedesse uno studio serio (fondato sulla documentazione archivistica e iconografica) e fosse quindi da affrontare in occasione di un restauro vero e proprio.



Figura 12. Statue della cappella dell'Affissione dell'Affissione alla croce (n. 37), prive di attributi



Figura 13. Statue della cappella dell'Affissione alla croce (n. 37) con attributi ricollocati

La manutenzione ordinaria degli interni delle cappelle serve a mantenere il controllo della situazione, evitandone il peggioramento, a tenere in buone condizioni le opere d'arte da poco restaurate o che non necessitino di interventi urgenti e a garantire comunque il decoro del complesso rimuovendo detriti e sporcizia. Certo, in tutte quelle situazioni (molte purtroppo) in cui vi sono problemi di degrado in corso, spesso aggravati da interventi passati che non ne hanno risolto le cause, ma aggiungendo materiali nuovi hanno alterato talora vecchi e precari equilibri, il giro di manutenzione non risolve i problemi, garantisce solo controllo e pulizia. Ove le statue sono in parte corrose dall'umidità, decoese, e la pellicola cromatica si "squama" portandosi via anche in parte la superficie della terracotta, non è neppure possibile spolverarle vista la loro estrema precarietà. Ma si garantisce comunque un livello minimo di attenzione e cura in attesa di interventi più risolutivi.

"CONTENITORE E CONTENUTO": LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Dopo la schedatura dello stato di conservazione, cappella per cappella, manufatto per manufatto, si è affrontata anche per le opere d'arte interne la necessità di disporre di un quadro conoscitivo ordinato e complessivo che permettesse di leggere e mettere in serie le urgenze conservative e di intervento. Poiché ogni cappella è un piccolo microcosmo che contiene statue policrome (in materiali vari, corredate di attributi in cuoio, cartapesta, tessuti, metalli, e da capelli veri o in crine di cavallo o in crine vegetale), affreschi, pavimenti in pietra, malta o cocciopesto, grate lignee intagliate, vetrate legate a piombo, inserite in un contenitore anch'esso vulnerabile, si è creata una griglia di lettura in grado di evidenziare le relazioni fra edificio ed opere d'arte in esso contenute, inserita in un *database* messo a punto dalla restauratrice Alessandra Perugini, che segnala l' urgenza e di fattibilità (a breve, medio o lungo termine) degli interventi.

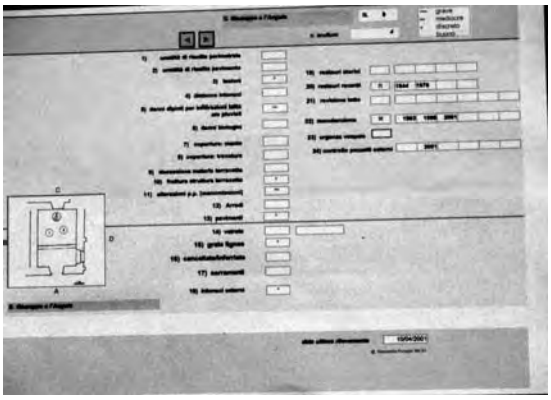


Figura 14. Schedatura stato di conservazione manufatti interni

La scheda è corredata, cappella per cappella, da note e osservazioni che completano i dati più schematici e dalla ricognizione degli interventi di restauro storici e manutenzione recenti.



Figura 15. Note a margine della scheda

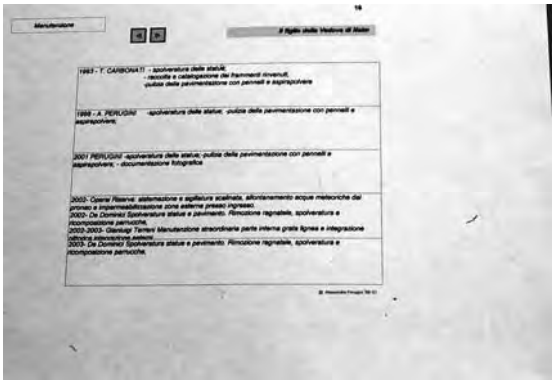


Figura 16. Notizie sugli interventi di manutenzione effettuati

Il lavoro di classificazione, esteso dal contenitore al contenuto, ha previsto anche il "censimento" capillare di tutte le crepe e lesioni statiche di varia entità presenti sulle murature, affidato ad un ingegnere strutturalista. Egli ne ha classificato la gravità, ha indicato quali necessitino di un controllo periodico, quali siano di importanza trascurabile e su quali urga un intervento. Di conseguenza si è provveduto a monitorale con vetrini, crepemetri e fessurometri a rondella le lesioni significative per verificare l'effettiva situazione statica delle strutture.



Figura 17. Scheda di ricognizione delle lesioni statiche delle cappelle

Una schermata ricognitiva finale consente di leggere la situazione dell'intero Sacro Monte mettendo in serie e in ordine di urgenza e concatenazione logica gli interventi da effettuarsi, evidenziando le connessioni fra il degrado dei manufatti interni e lo stato dell'edificio, consentendo così di programmare in modo coordinato e consequenziale i lavori.

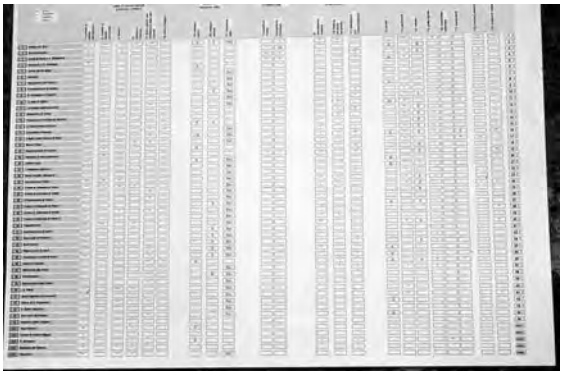


Figura 18. Quadro sinottico.

MONITORAGGIO E STUDIO DELL' AZIONE DELL'UMIDITÀ

Proprio i dati emersi da questa schedatura hanno evidenziato i limiti dei numerosi interventi di restauro effettuati nel passato inducendo a riflessioni più accurate sui modi dell'azione dell'umidità sul patrimonio del Sacro Monte e sulle soluzioni per combatterne gli effetti. Si è così incaricato uno staff di tecnici esperti nella diagnostica e progettazione di interventi per il risanamento di edifici storici, facendo tesoro dell'esperienza modello dell'Istituto Centrale per il Restauro che ha lavorato per otto anni a Varallo al restauro della cappella della Crocifissione di Gaudenzio Ferrari (pitture murali, sculture in legno e in terracotta policrome, intonaci esterni e contenitore).



Figura 19. Cappella n. 23,esempio di degrado della base delle statue



Figura 20. Cappella n. 16, esempio di statue restaurate e nuovamente degradate

Il lavoro degli esperti ha monitorato l'andamento dell'umidità verificandone la presenza nei manufatti (murature, pavimenti, sculture) e la diffusione e tipologia di sali (generalmente nitrati e solfati), evidenziando anche la connessione tra la loro presenza ed il livello di umidità. Per fortuna la diagnosi complessiva è piuttosto confortante, i segni visibili sulle murature (macchie di umidità, intonaco degradato, base delle statue sgretolata) sono spesso il prodotto di vecchie infiltrazioni di acqua, dovute ai tempi in cui i

tetti e le grondaie non erano periodicamente controllati, soprattutto nel XX secolo. Ciò nondimeno, poiché le cappelle sono inserite in un contesto che non ne favorisce la buona conservazione, il suggerimento generalizzato è di allontanare le piante troppo vicine alle murature e le acque meteoriche dal perimetro delle cappelle, modificando leggermente, ove necessario, la pendenza del piano esterno e creando intercapedini o drenaggi perimetrali che si adattino alla situazione del terreno (presenza ai piedi della muratura di roccia le cui fenditure possono convogliare acqua nelle strutture, presenza di terra sciolta che assorbe e trattiene umidità etc.).

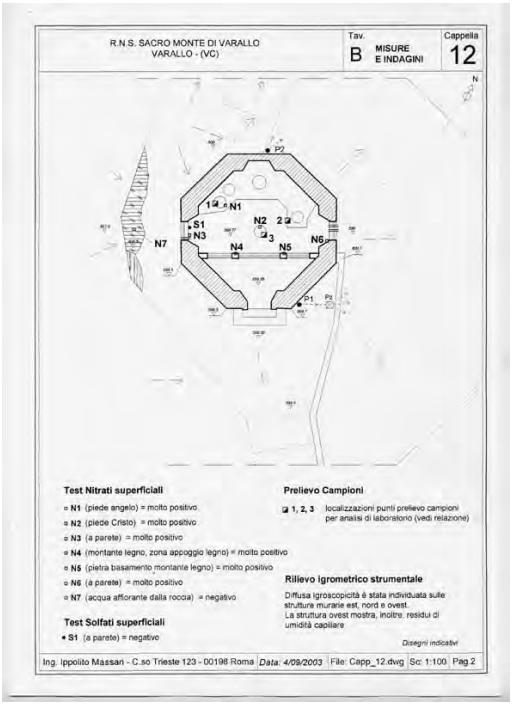


Figura 21. Rilevamenti della presenza di Sali nella cappella n. 23

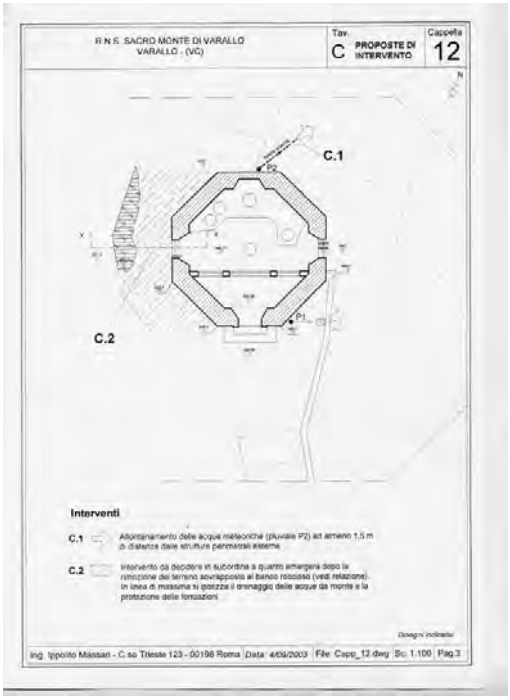


Figura 22. Proposte di intervento per la prevenzione del degrado causato dall'umidità

Restano alcuni casi più complessi, ove si è in presenza di acque sotterranee disperse. Si tratta soprattutto degli edifici vicini alle aree in cui l'uso dei luoghi è cambiato nel tempo, ad esempio, Casa Parella, l'immobile storico che affaccia sulla piazza della Basilica, ove il recente insediamento di stanze di albergo al secondo piano convoglia acqua abbondante, specie nel periodo turistico, nella fognatura che, non essendo a tenuta stagna, la disperde in parte nel terreno con conseguente risalita per capillarità nelle murature delle cappelle site al pian terreno (es. cappella dell'Ultima Cena). La soluzione ipotizzata sarà il rinnovo, almeno parziale, delle fognature e condotte di acqua interrate. In alcune altre situazioni si è riscontrata una forte umidità insieme alla presenza massiccia di sali nitrati alla base delle sculture o nelle murature e nel pavimento, dovuta alla decomposizione di sostanze organiche (dalle ragioni non ancora ben chiare), che rende precaria la conservazione dei manufatti. Questi sali, fortemente igroscopici, provocano un continuo meccanismo di imbibizione ed evaporazione, che alla lunga causa la decoesione di malte, terracotta e intonaci.

In questo caso le soluzioni prospettate sono due, da valutare attentamente con le competenti Soprintendenze, entrambe le scelte non totalmente risolutive: provare a procedere alla complessa operazione di rimozione dei nitrati (verificandone i risultati) oppure favorire l'isolamento termico della zona interna della cappella, limitando l'interscambio climatico con l'esterno, per contenere l'assorbimento di umidità e gli sbalzi termici in analogia con la scelta operata dall'Istituto Centrale per il Restauro alla fine del restauro della cappella della Crocifissione.

Nel frattempo stiamo monitorando le condizioni climatiche interne alle cappelle più problematiche per disporre di dati utili per le decisioni che verranno assunte.

NOTE

[1] Sul ruolo dei francescani nella realizzazione del Sacro Monte si rimanda ai fondamentali contributi di Pier Giorgio Longo : Longo Pier Giorgio, "Alle origini del Sacro Monte di Varallo: la proposta religiosa di Bernardino Caimi" in "Novarien" 14 (1985), pp. 19-98, Id., "Fonti documentarie sui francescani a Varallo Sesia tra XV e XVI secolo", in "Quaderni di studio" n. 5, Sacro Monte di Varallo Sesia 1987, pp. 29-56; Id,

""Hi Loco visitando": temi e forme del pellegrinaggio ai Misteri del Monte de Varalle nella Guida del 1514" in Stefani Perrone Stefania, "Questi sono li Misteri che sono sopra el Monte de Varalle (in una "Guida" poetica del 1514)", Borgosesia 1987, pp. 111- 120. Id.," Il Santo Sepolcro di Varallo ed il sistema dei santuari prealpini tra Piemonte e Lombardia tra XV e XVI secolo" in "Sacri Monti. Devozione, arte e cultura della Controriforma", a cura di Vaccaro Luciano e Ricardi Francesca, atti del convegno di Villa Cagnola di Gazzada (Varese), maggio 1990, Milano 1992, pp. 371-378; Gentile Giudo, "Da Bernardino Caimi a Gaudenzio Ferrari. Immaginario e regia del Sacro Monte di Varallo" in "de Valle Sicida", anno VII, n. 1/1996, pp. 207-212 e Longo Pier Giorgio,"Bernardino Caimi francescano osservante: tra "eremitorio" e città" in "Novarien" n. 29, 2000, pp. 9-98 e Gentile Guido, "Sacri Monti e viae crucis: storie intrecciate" in "Saggio storico sulla devozione alla Via Crucis" di Amedee (Teetaert) Da Zedelgem, Ponzano Monferrato (Al.) 2004, pp. 36-39.

[2] Sulla storia del Sacro Monte di veda De Filippis Elena, "Il Sacro Monte di Varallo Sesia. La "Nuova Gerusalemme"" in "I Sacri Monti nella cultura religiosa e artistica del Nord Italia" a cura di Tuniz Dorino, Cinisello Balsamo (Milano) 2005, pp. 132-149 e 283-284.

[3] Problematiche simili si osservano anche negli altri Sacri Monti, si veda, ad esempio, quanto scriveva Antonio Paolucci sul Sacro Monte di san Vivaldo in Toscana (Paolucci Antonio, "Il Sacro Monte di San Vivaldo" in "Antichità viva", 1975, n. 4, pp. 38-39 e Id., "Il restauro dei gruppi plastici del Sacro Monte di S. Vivaldo" in "La "Gerusalemme di san Vivaldo e i Sacri Monti in Europa" a cura di Gensini Sergio, Montaione 1989, pp. 281-288). Importanti indicazioni sull'approccio corretto alla conservazione del Sacro Monte di Varallo sono contenute in Romano Giovanni, " Sacro Monte: le ragioni per intervenire urgentemente" in "Il Sacro Monte di Varallo", n. 1, a. 64, gennaio 1988.

[4] Con riferimento al Sacro Monte di Orta sono stati studiati in modo capillare i documenti disponibili, gli atti delle visite pastorali, il Giornale della Fabbriceria e le guide storiche del Sacro Monte per ricostruire la storia della conservazione e manutenzione del complesso nei secoli. Sono così emerse in modo sistematico le indicazioni dei vescovi relative al rapporto fra piante e cappelle (sull'argomento si rimanda a De Filippis Elena, "Note sulla conservazione del Sacro Monte" in Mattioli Carcano Fiorella, De Filippis Elena, "Il Romito e la conservazione del Sacro Monte", Casale Corte Cerro 1995).

[5] Su questo tema e in generale sui problemi di conservazione del Sacro Monte di Varallo rimando a : De Filippis Elena, "Modello di schedatura e clasificazione delle problematiche di degrado del Sacro Monte di Varallo" in "Confronti fra esperienze di restauro architettonico e artistico", Atti della giornata seminariale, Ghiffa 2003, pp. 20-26.

BIBLIOGRAFIA

1.De Filippis Elena, "*Note sulla conservazione del Sacro Monte*" in Mattioli Carcano Fiorella, De Filippis Elena, "Il Romito e la conservazione del Sacro Monte", Casale Corte Cerro 1995

2. De Filippis Elena, "*Modello di schedatura e clasificazione delle problematiche di degrado del Sacro Monte di Varallo"* in "Confronti fra esperienze di restauro architettonico e artistico", Atti della giornata seminariale, Ghiffa 2003, pp. 20-26

3. De Filippis Elena, "*Il Sacro Monte di Varallo Sesia. La "Nuova Gerusalemme*" in "I Sacri Monti nella cultura religiosa e artistica del Nord Italia" a cura di Tuniz Dorino, Cinisello Balsamo (Milano) 2005, pp. 132-149 e 283-284

4. Gentile Guido, "*Da Bernardino Caimi a Gaudenzio Ferrari. Immaginario e regia del Sacro Monte di Varallo*" in "de Valle Sicida", anno VII, n. 1/1996, pp. 207-212

5. Gentile Guido, "*Sacri Monti e viae crucis: storie intrecciate*" in "Saggio storico sulla devozione alla Via Crucis" di Amedee (Teetaert) Da Zedelgem, Ponzano Monferrato (Al.) 2004, pp. 36-39.

Longo Pier Giorgio, "Alle origini del Sacro Monte di Varallo: la proposta religiosa di Bernardino Caimi" in "Novarien" 14 (1985), pp. 19-98

6. Longo Pier Giorgio, "*Fonti documentarie sui francescani a Varallo Sesia tra XV e XVI secolo*", in "Quaderni di studio" n. 5, Sacro Monte di Varallo Sesia 1987, pp. 29-56

7. Longo Pier Giorgio, "*Hic Loco visitando*": temi e forme del pellegrinaggio ai Misteri del Monte de Varalle nella Guida del 1514" in Stefani Perrone Stefania, "Questi sono li Misteri che sono sopra el Monte de Varalle (in una "Guida" poetica del 1514)", Borgosesia 1987, pp. 111- 120

8. Longo Pier Giorgio, "*Il Santo Sepolcro di Varallo ed il sistema dei santuari prealpini tra Piemonte e Lombardia tra XV e XVI secolo*" in "Sacri Monti. Devozione, arte e cultura della Controriforma", a cura di

9. Vaccaro Luciano e Ricardi Francesca, *atti del convegno di Villa Cagnola di Gazzada* (Varese), maggio 1990, Milano 1992, pp. 371-378

10. Longo Pier Giorgio, "*Bernardino Caimi francescano osservante: tra "eremitorio" e città" in "Novarien"* n. 29, 2000, pp. 9-98

11. Paolucci Antonio, "*Il Sacro Monte di San Vivaldo*" in "Antichità viva", 1975, n. 4, pp. 38-39

12. Paolucci Antonio, "*Il restauro dei gruppi plastici del Sacro Monte di S. Vivaldo*" in "La "Gerusalemme di san Vivaldo e i Sacri Monti in Europa" a cura di Gensini Sergio, Montaione 1989, pp. 281-288
Romano Giovanni, " Sacro Monte: le ragioni per intervenire urgentemente" in "Il Sacro Monte di Varallo", n. 1, a. 64, gennaio 1988

REFERENZE FOTOGRAFICHE:

Figura 1, foto Roberto Rosso
Figura 2, foto Gonella
Figura 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11,14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 foto Elena De Filippis
Figura 12, Marco Genova
Figura n. 13, Sandra Perugini
Figure 21 e 22, grafici, Ippolito Massari

CONSERVAZIONE PREVENTIVA DEL PATRIMONIO FOTOGRAFICO: METODOLOGIE DI INDAGINE E SCHEDA DIAGNOSTICA INFORMATIZZATA

Donatella Matè*, Giovanna Pasquariello, Maria Carla Sclocchi***, Raffaella Soluri******

*Bibliotecario Direttore, Centro di Fotoriproduzione, legatoria e restauro degli Archivi di Stato -Via C. Baudana Vaccolini, 14 - 00158 Roma, 06-5800890, d.mate@tele2.it
** Biologo Direttore Coordinatore, Istituto Nazionale per la Grafica - Via della Lungara, 230 - 00165 Roma, 06-69980307, giovannapasquariello@virgilio.it
***Biologo Direttore, Centro di Fotoriproduzione, legatoria e restauro degli Archivi di Stato -Via C. Baudana Vaccolini, 14 - 00158 Roma, 06-5800890, scloke@tiscali.it
****Laureanda in Scienze Applicate ai Beni Culturali ed alla Diagnostica per la loro Conservazione - Collaboratore esterno presso Centro di Fotoriproduzione, legatoria e restauro degli Archivi di Stato -Via C. Baudana Vaccolini, 14 - 00158 Roma, 06-5800890, raffa79@fastwebnet.it

Abstract

Il patrimonio fotografico presente in vari ambienti di conservazione (archivi, biblioteche, musei, ecc.) comprende molteplici tipologie di immagini positive e negative che risultano essere oggetti eterogenei stratigrafici, e a tutt'oggi ancora poco indagati in quanto considerati prevalentemente materiale di documentazione. Solo in tempi recenti la fotografia è stata riconosciuta come un "bene culturale" da sottoporre a tutela e conservazione. I diversificati tipi di documenti fotografici, principalmente quelli i cui costituenti sono di natura organica, sono particolarmente vulnerabili rispetto a condizioni ambientali e conservative non idonee e a determinati agenti biologici e chimici. In questo lavoro viene messa in evidenza la problematica del biodeterioramento, fenomeno complesso e spesso sottovalutato, e la tematica della conservazione preventiva. Inoltre viene presentato un modello di *Scheda diagnostica per i documenti fotografici* che rappresenta un importante strumento di raccolta dati dell'oggetto-fotografia, di interesse per esperti scientifici e conservatori al fine di individuare mirate strategie conservative e che può essere un valido supporto alla Scheda F.

Introduzione

Il patrimonio fotografico è presente in varie tipologie di ambienti di conservazione, archivi, biblioteche, musei ecc. A tutt'oggi i documenti fotografici sono ancora poco studiati sia per la loro composizione e struttura sia per le diverse tipologie di danni. Solo in tempi recenti sono stati riconosciuti come "beni culturali" da sottoporre a salvaguardia e conservazione, con il decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490. Il *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali,* sancisce il riconoscimento ufficiale della *fotografia* includendolo tra i beni disciplinati dalle norme della tutela **[1]**. Nel corso della storia della fotografia sono state prodotte una moltitudine di tipologie di immagini, positive e negative, che differiscono per quanto riguarda i procedimenti e le tecniche fotografiche utilizzate (Crawford, 1981; Gernsheim, 1981a, 1981b; Cartier Bresson, 1987; Lavédrine, 1987; Masetti Bitelli & Vlahov, 1987; Mina & Modica, 1987; Residori, 2002; Reilly, 1980, 1986; Gilardi, 2000; Scaramella, 2003; Zannier, 2004; Manodori Sagredo, 2006). I documenti fotografici risultano essere degli oggetti complessi stratigrafici costituiti da materiali di natura organica ed inorganica i cui principali componenti di base sono: un *supporto primario* (costituito da metallo, vetro, carta, materiale plastico, ecc.) e gli elementi formanti lo "strato immagine" (comunemente detta emulsione fotografica) che sono la *sostanza fotosensibile* (soprattutto alogenuri d'argento ma anche sali ferrici, bicromati alcalini, sali di platino e palladio, ecc.) e il *legante* (principalmente albumina, collodio e gelatina). Inoltre sono da segnalare altre sostanze, come ad esempio la barite (solfato di bario) che costituisce un "sottostrato" tra il supporto - carta e il legante nel caso delle stampe fotografiche. Nella Fig. 1 è mostrata la struttura stratigrafica di una carta fotografica alla gelatina cloruro-d'argento.

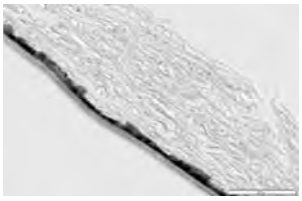


Figura 1. Carta fotografica alla gelatina - cloruro d'argento del 1933 (ingrandimento 40x10). Lo strato sottile si aggira tra 8 e 15 μm di spessore (fotografia di P. Manzone).

Oltre ai componenti descritti possono essere presenti a stretto contatto con i documenti fotografici i *supporti secondari* di varia forma e natura, come carte, cartoni, cuoi, metalli, tessuti, vetri, ecc., che svolgono funzione di sostegno e di arricchimento estetico delle fotografie. In particolare carte e cartoncini, di diversa qualità e colorazione, si trovano principalmente su fotografie con supporto cartaceo (Fig. 2); cuoi, vetri, legni, tessuti,. sono invece utilizzati soprattutto per il montaggio ad esempio dei dagherrotipi (Fig. 3).



Figura 2. Stampa ad annerimento diretto al collodio o *aristotipo o celloidina* della fine del 1800 (collezione e digitalizzazione D. Matè).



Figura 3. Dagherrotipia americana del 1850 ca. completa di astuccio, 1/6 di lastra (collezione e digitalizzazione D. Matè).

Altre numerose sostanze, quali gli adesivi di natura vegetale o animale, sono presenti per la manifattura dei supporti secondari utilizzate per astucci, album, cornici o utilizzate nelle operazioni di restauro. Infine diversi prodotti e trattamenti chimici, per scopi estetici e conservativi, come ad esempio: i *viraggi* (impiego di oro, platino, rame, selenio, ecc.) per rendere esteticamente migliore il tono dell'immagine e per proteggerle dal degrado, i *coloranti* e i *pigmenti*, sia naturali che sintetici (come quello all'anilina), per preparare il supporto - carta e per la colorazione manuale dell'immagine, le sostanze *antialo* per l'eliminazione di effetti dovuti a fenomeni di diffusione e riflessione della luce durante l'esposizione ecc. Da quanto detto emerge che è alquanto difficile identificare le diverse tipologie di beni fotografici (storici, moderni e contemporanei), i loro costituenti e i tipi di alterazione di natura chimica, fisica e biologica. I diversi componenti, presenti nei documenti fotografici o a contatto con essi, soprattutto quelli di natura organica, sono particolarmente vulnerabili rispetto a condizioni ambientali e conservative non idonee e a determinati gruppi di agenti biologici e chimici. In questo lavoro viene messa in evidenza la tematica biologica in quanto ancora poco indagata e generalmente sottovalutata. Il complesso fenomeno del biodeterioramento deve essere considerato come un sistema integrato di fattori in cui ogni fattore è correlato con gli altri (Pasquariello, 2006a). Tra i molteplici fattori coinvolti, i più importanti sono i parametri ambientali che innescano l'insieme dei processi chimici e fisici indotti da specifici agenti biologici e sono: la temperatura, l'umidità relativa e la luce. Dall'umidità relativa ambientale dipende a sua volta il contenuto di umidità dei documenti fotografici, ossia il loro contenuto d'acqua che si esprime come percento in peso e che rappresenta l'acqua realmente disponibile per la crescita e la colonizzazione dei biodeteriogeni. I documenti fotografici sono materiali igroscopici, pertanto, sono fortemente influenzati dalle condizioni microclimatiche e sono anche particolarmente sensibili alla luce. La radiazione luminosa (naturale e/o artificiale) infatti può determinare diversi tipi di danno alle varie tipologie di documenti fotografici, il danno è chiaramente proporzionale alla durata e all'intensità dell'illuminazione. Oltre ai parametri suddetti sono da considerare gli inquinanti chimici e biologici, la cui sola presenza o alta concentrazione, può rappresentare un rischio per i documenti fotografici. Infine il fattore aerazione riveste un ruolo importante poiché è in stretta relazione con i parametri microclimatici. Una ventilazione programmata, infatti, può attenuare gli effetti negativi di valori termoigrometrici elevati e di processi di condensazione; uno scarso ricambio d'aria è noto che può favorire lo sviluppo di microrganismi ed insetti. I principali biodeteriogeni che possono causare, attraverso meccanismi diversi, danni strutturali, meccanici ed estetici di diverso grado ed entità, sono: i funghi microscopici (soprattutto i Deuteromiceti, alcune specie di Ascomiceti e Zigomiceti), i batteri (alcune specie di Schizomiceti, Mixomiceti ed Attinomiceti) e alcune specie di insetti (Lepismatidi, Dermestidi, Liposcelidi e Blattoidei) (Kowalik, 1980; Flieder *et al*., 1987; Gallo, 1990; Pasquariello, 1993, 1996; Pileggi *et al.,* 1996; Flieder *et al*., 1999; Matè *et*

al., 2002; Matè *et al*., 2005a, 2005b; Sclocchi *et al*., 2003, 2006). Le indagini diagnostiche, che vengono di seguito descritte, rappresentano l'elemento fondamentale per:

1. studiare le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali costitutivi i documenti fotografici, le condizioni microclimatiche e il loro scambio termodinamico;
2. individuare le diverse tipologie di danno che si riscontrano sui documenti fotografici;
3. rilevare ed identificare i biodeteriogeni responsabili delle alterazioni.

Criteri metodologici e principali indagini diagnostiche

Per intraprendere una politica di conservazione preventiva volta alla salvaguardia del patrimonio fotografico è indispensabile avere una globale conoscenza dell'ambiente - di conservazione, deposito/magazzino, consultazione ed esposizione - e dei beni fotografici ivi conservati. Una serie di metodologie di indagine devono essere applicate come fase propedeutica a qualsiasi intervento per poter formulare opportune strategie operative per la riduzione o eliminazione di eventuali agenti deteriogeni presenti e per approntare mirati progetti conservativi. Le indagini diagnostiche effettuate in parte sul campo e in parte in laboratorio (Tab. 1 e Tab. 2) sono prioritarie per individuare i meccanismi che possono aver condotto ad alterazioni di natura fisico-meccanica, chimica e biologica dei beni fotografici e per identificare gli eventuali biodeteriogeni presenti. Le indagini *in situ* contribuiscono a raccogliere importanti informazioni sulle condizioni ambientali e di conservazione sia degli ambienti sia del patrimonio fotografico, utili per impostare un protocollo metodologico per monitoraggi ed ispezioni da ripetere nel tempo. Le analisi di laboratorio, attraverso metodologie e tecniche tradizionali ed innovative, forniscono un quadro preciso della situazione e permettono di stabilire se l'infezione/infestazione è in atto o se si tratta di un evento passato e oggi ne rimangono soltanto i danni. Questo approccio metodologico permette di valutare l'opportunità di programmare interventi specifici (igiene ambientale, spolveratura, pulitura, disinfezione o disinfestazione ecc) per contenere o eliminare le condizioni di rischio e rendere compatibili le esigenze di conservazione, esposizione e fruizione.

INDAGINI SUL CAMPO	
AMBIENTE	**BENE FOTOGRAFICO**
Raccolta informazioni ➢ Localizzazione geografica ➢ Caratteristiche architettoniche ➢ Ubicazione ➢ Utilizzo e gestione ➢ Tipologia di arredi e contenitori ➢ Presenza/assenza operatori e/o visitatori ➢ Presenza/assenza impianti di: climatizzazione, condizionamento, riscaldamento, sistemi di ventilazione, di termoventilazione, sistemi di illuminazione, sistemi di filtraggio aria ➢ Tipologia di sistema anti-incendio **Misurazioni** **Prima fase** ➢ Controllo microclimatico ➢ Controllo tipi sorgenti luminose e illuminamento ➢ Controllo inquinanti biologici ➢ Controllo inquinanti chimici **Seconda fase** ➢ Monitoraggio microclimatico ➢ Monitoraggio illuminamento ➢ Monitoraggio aerobiologico ➢ Monitoraggio entomologico	**Raccolta informazioni** ➢ Dati storici ➢ Dati identificativi fondo/collezione ➢ Tipo collocazione e archiviazione ➢ Tipologia tecnica fotografica e montatura ➢ Archiviazione, catalogazione e gestione fondo/collezione ➢ Stato di conservazione da un punto di vista biologico, chimico e fisico ➢ Indagini diagnostiche, trattamenti e restauri precedenti effettuati ➢ Riferimenti a schede di restauro o schede conservative **Analisi** **Prima fase** ➢ Osservazioni visive e osservazioni con stereomicroscopio a campione ➢ Controllo, a campione, del contenuto percentuale di acqua dei supporti primari, secondari e dei contenitori **Seconda fase** ➢ Mirati prelievi di microcampioni con diverse tecniche non distruttive ➢ Monitoraggio contenuto percentuale di acqua dei supporti primari, secondari e dei contenitori

Tabella 1. Schema delle indagini da effettuare *in situ* riguardanti l'ambiente di conservazione e il bene fotografico.

INDAGINI IN LABORATORIO
➢ Tecniche microscopiche (MO, SO, ESEM, SEM-EDS, SEM-VP con EDS)
➢ Tecniche colturali (qualitative, quantitative)
➢ Metodi biochimici rapidi (ATP- bioluminescenza)
➢ Tecniche immunologiche (EIA, ELISA, RIA)
➢ Tecniche di biologia molecolare (rDNA, PCR)

Tabella 2. Schema delle principali indagini diagnostiche da effettuare in laboratorio.

Aspetti di conservazione preventiva

La conservazione preventiva è una disciplina affermatasi negli ultimi anni; si occupa oltre che dei fattori ambientali in cui i beni sono conservati anche della loro gestione, degli aspetti finanziari, di sensibilizzazione e formazione del personale, responsabilizzando tutti coloro che si occupano del patrimonio culturale con l'obiettivo di trovare una linea comune di salvaguardia. Nel 2002 dal Convegno di Vantaa è emerso un documento rivolto ai musei che può essere recepito ed applicato anche al settore degli archivi e delle biblioteche (Reifsny der, 2004; Berselli & Gasparini, 2000; Matè & Residori, 2002; Sclocchi *et al*., 2004, 2006; Pasquariello *et al*., 2005, 2006). In questo lavoro sono messoi in evidenza i principali aspetti di conservazione preventiva rivolta alla riduzione dei rischi di natura biologica e chimico fisica per il patrimonio fotografico. L'impiego di metodologie diagnostiche e tecnologie innovative, avvalendosi delle scienze ambientali, chimiche, fisiche e biologiche, rappresentano la base per mettere in pratica una serie di interventi integrati per ridurre o eliminare le condizioni di rischio (Tab. 3). La salvaguardia delle fotografie, operata in questo modo, permette un vantaggio economico che si traduce nella possibilità di diminuire se non addirittura annullare interventi conservativi o di restauro.

PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO	INTERVENTI INTEGRATI
➢ **Temperatura e umidità relativa**	Condizionamento ambientale a valori di temperatura e umidità relativa controllati e stabili nel tempo **[2]**
➢ **Aerosol biologico, inquinanti chimici** ➢ **Insetti**	- Filtrazione dell'aria (filtri ad alta efficienza, filtri HEPA o elettrostatici e letti adsorbenti in carbone attivo) - Programma integrato *IPM* (comprende posizionamento trappole adesive entomologiche prive di attrattivi per insetti camminatori e volatori) **[3]**
➢ **Luce**	Illuminazione idonea regolamentata (50 lux con impiego di sorgenti di luce *fredda* quali le fibre ottiche)
➢ **Polvere**	- Spolveratura dei documenti fotografici con opportuni sistemi per opera di personale specializzato - Spolveratura periodica (con appropriate apparecchiature dotate di appositi filtri) ed igiene dei locali di conservazione
➢ **Arredi e contenitori**	Protezione in adeguati arredi e contenitori a norma **[4]**
➢ **Manipolazione e movimentazione**	Manipolazione (con utilizzo di guanti di protezione) e movimentazione regolamentata (imballaggio, immagazzinaggio, esposizione e trasporto)

Tabella 3 - Principali fattori di rischio di deterioramento e mirati interventi.

Mettere in pratica l'ormai acquisito concetto di conservazione preventiva, intesa come gestione multidisciplinare (stretta collaborazione tra specialisti quali conservatori, restauratori, chimici, fisici, biologici) è la strategia vincente per garantire una sopravvivenza più lunga al patrimonio fotografico.

Modello di "*Scheda diagnostica informatizzata per i documenti fotografici*"

L'applicativo *SCHEDA DIAGNOSTICA PER I DOCUMENTI FOTOGRAFICI* consente una estrazione veloce di molti dati dell'oggetto fotografia, tra cui quelli identificativi (di archiviazione e catalogazione, di tecnica fotografica, ecc.) quelli riferiti alle indagini diagnostiche (riconoscimento e identificazione delle diverse tipologie di danno, ecc.) e quelli riguardanti i trattamenti di controllo e gli interventi conservativi (Benassati, 1990). Il modello di scheda informatizzata ha avuto come fase progettuale l'elaborazione e la realizzazione di una scheda tecnica cartacea strutturata con le stesse voci suddette (Matè & Sclocchi, 2007).
Per quanto riguarda l'aspetto dello studio e dell'analisi dell'ambiente di conservazione dei beni fotografici, è stato avviato un progetto per la realizzazione di un modello di scheda tecnica ambientale (Marcone *et al.,* 2001). La scheda potrà fornire un quadro conoscitivo del macro e microclima del luogo di conservazione, deposito/magazzino ed esposizione, che potrà consentire di individuare situazioni di rischio, valutare l'interazione ambiente-bene fotografico e il comportamento nel tempo anche rispetto all'impatto antropico, informazioni indispensabili per la definizione di sistemi di prevenzione e salvaguardia.
La scheda diagnostica informatizzata permette di predisporre sistematicamente le informazioni tecnico-scientifiche relative ai beni fotografici, ai materiali costitutivi e alle tecniche di realizzazione, alle indagini diagnostiche e al loro stato di conservazione. Raccoglie inoltre dati riguardanti le operazioni di manipolazione e movimentazione del bene fotografico, informazioni utili per la ricostruzione della storia conservativa passata e presente.

Il Database elaborato in *Access* comprende quattro parti denominate:

1 - **Compilazione schede**

2 - **Stampe**

3 - **Cambia voci in pannello comandi**

4 - **Esci dal database**

La **Compilazione schede** è divisa a sua volta in due sezioni:

- 1 -DATI IDENTIFICATIVI (Fig. 4)

- 2 - STATO DI CONSERVAZIONE E INDAGINI DIAGNOSTICHE (Fig. 5)

La prima sezione DATI IDENTIFICATIVI, suddivisa in 3 paragrafi, contiene i dati relativi al documento fotografico e viene utilizzata per gestire le informazioni identificative e descrittive di base. Sono registrati in modo sintetico i dati catalografici (tra cui riferimento alla SCHEDA F se esistente) e sono descritti i dati essenziali funzionali per la seconda sezione (come ad esempio TECNICA FOTOGRAFICA, INDICAZIONE DI COLORE, MISURE, FORMATO, etc).

La seconda sezione STATO DI CONSERVAZIONE E INDAGINI DIAGNOSTICHE, suddivisa in 6 paragrafi, raggruppa tutte le informazioni connesse allo stato di conservazione dei documenti fotografici. La strutturazione articolata di questa parte permette il rilevamento di tutte le informazioni desunte dalle indagini diagnostiche. Il riconoscimento del danno, le tecniche e le metodologie di analisi e i trattamenti di controllo sono parte fondamentale della conservazione dei documenti fotografici.



Figura 4. Prima sezione della scheda - DATI IDENTIFICATIVI (esempio di un campione).

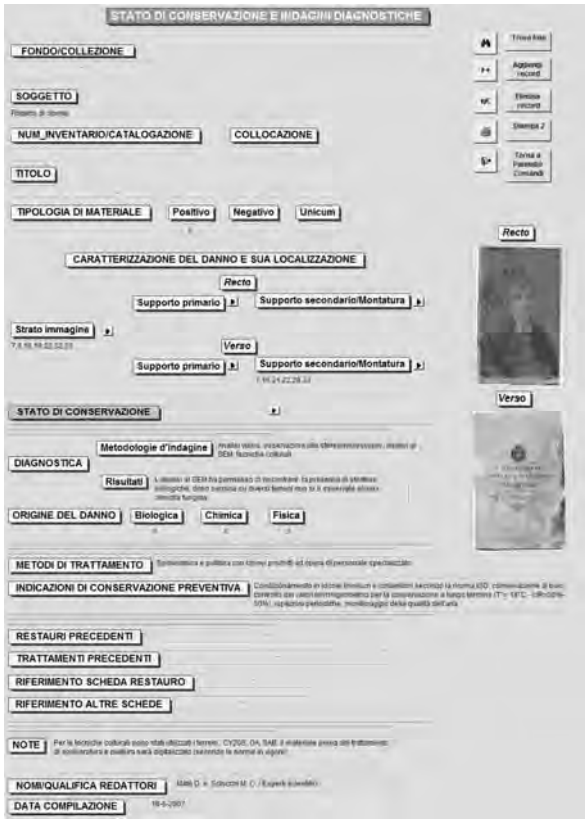


Figura 5. Seconda sezione della scheda - STATO DI CONSERVAZIONE E INDAGINI DIAGNOSTICHE (esempio di un campione).

La seconda sezione comprende:

2.a - Metodologie d'indagine (con la possibilità di inserire i dati relativi alle indagini svolte e alle immagini relative);
2.b - Grafici (con l'origine del danno sui vari strati del manufatto fotografico);
2.c - Statistiche dei documenti fotografici.

In questa seconda sezione è possibile inserire le immagini elaborate per mezzo delle tecniche d'indagine più usate (Fig. 6 e Fig. 7); vi è inoltre la possibilità di trascrivere, a testo libero, nel campo NOTE TECNICHE/RISULTATO ANALISI, i risultati ottenuti.

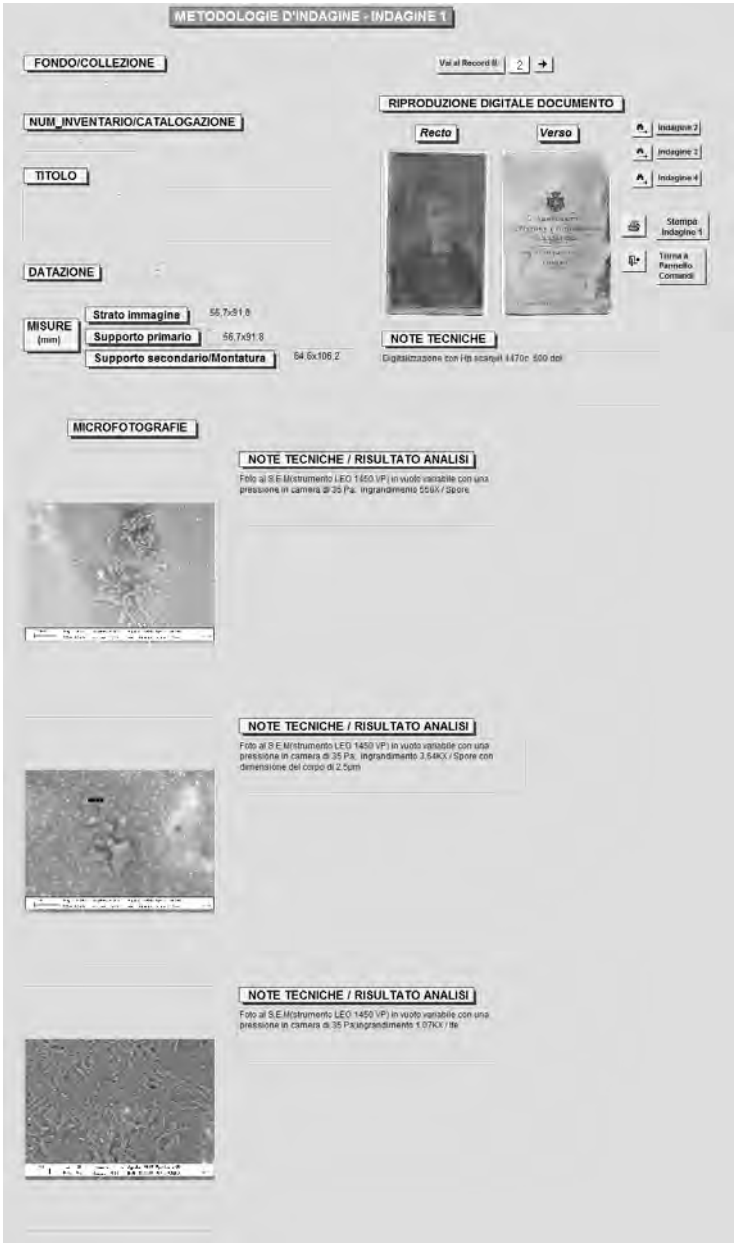


Figura 6. Seconda sezione della scheda - METODOLOGIE D'INDAGINE (esempio di un campione).

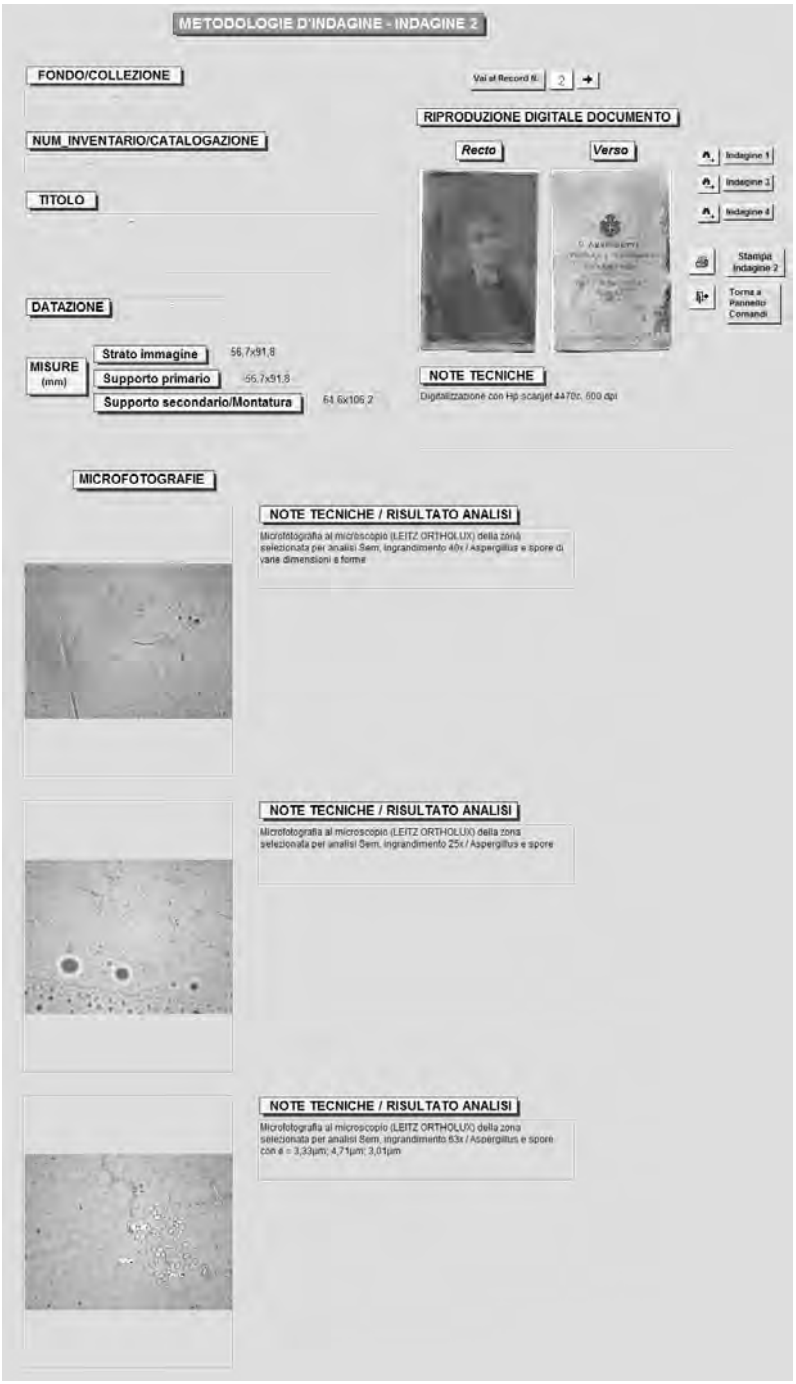


Figura 7. Seconda sezione della scheda - METODOLOGIE D'INDAGINE (esempio di un campione).

La parte relativa ai GRAFICI (Fig. 8) è stata ideata per visualizzare dei grafici che rappresentano i campi della seconda sezione come ORIGINE DEL DANNO: Biologica - Chimica - Fisica e CARATTERIZZAZIONE DEL DANNO E SUA LOCALIZZAZIONE.
Nelle due sezioni principali, ogni record è composto in totale da 50 campi: 45 semplici, da riempire manualmente e a testo libero e 5 che rimandano a due sottosezioni.
La *SCHEDA DIAGNOSTICA PER I DOCUMENTI FOTOGRAFICI* rappresenta pertanto un importante supporto alla scheda conservativa riferita al settore fotografia (Scheda F).

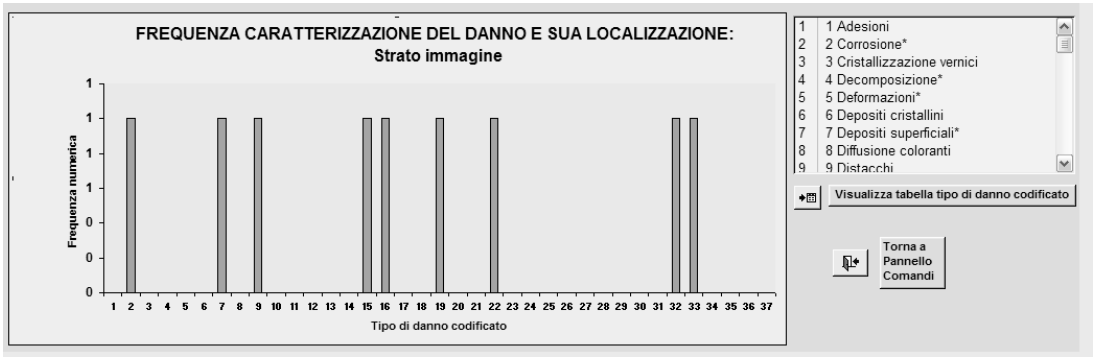


Figura 8. Seconda sezione della scheda - GRAFICI - esempio di un istogramma che visualizza la frequenza delle tipologie di danno presenti sullo strato immagine.

NOTE

[1] Il Testo unico è stato sostituito dal *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, d. lg. 2004, n. 42.
[2] UNI 10969-2002: *Principi generali per la scelta e il controllo del microclima per la conservazione dei beni culturali in ambienti interni.* UNI 10829-1999: *Beni di interesse storico artistico; condizioni ambientali di conservazione, misurazioni ed analisi*. UNI 10586-1997: *Condizioni climatiche per ambienti di conservazione di documenti grafici e caratteristiche degli alloggiamenti.* ISO 18911- 2000: *Imaging materials - Processed safety photographic films - Storage practice*; ISO 18918-2000: *Imaging materials - Processed photographic plates - Storage practice*, ISO 18920-2000: *Imaging materials - Processed photographic reflection prints - Storage practice.*
[3] Negli anni '90, è stato realizzato un programma sulla gestione degli infestanti, definito *Integrated Pest Management* (IPM), che può essere applicato a qualsiasi ambiente di conservazione per una lotta integrata contro gli insetti.
[4] ISO 18902-1999: *Imaging materials - Processed photographic films, plates and papers - Filing enclosure and storage containers.*

BIBLIOGRAFIA

1. Benassati G., "*La fotografia: manuale di catalogazione*", Grafis, Bologna, 1990
2. Berselli S. & Gasparini L., "*L'archivio fotografico: manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna*", Zanichelli, Bologna, 2000
3. Cartier Bresson A., *"Le tecniche fotografiche storiche"*, in: "*La Fotografia. 1. Tecniche di conservazione e problemi di restauro"*, L. Masetti Bitelli & R Vlahov (eds), Ed. Analisi, Bologna, 1987, pp. 21-39
4. *Codice dei beni culturali e del paesaggio,* d. lg. 22 gennaio 2004 n. 42
5. Crawford William, *L'età del collodio*. Cesco Ciapanna Ed., Roma, 1981
6. Del Giudice F., Matè D., Sclocchi M.C. & Laudisa A., "*L'Archivio Storico della Banca di Roma. Indagine sulle alterazioni biologiche e su alcune misure di restauro conservativo*", AFT, Rivista di Storia e Fotografia, 42, 2005, pp. 3-12
7. Flieder F. & Lavédrine B., "*Gli agenti di deterioramento delle immagini fotografiche e la protezione contro i loro danni*", in Masetti-Bitelli L.,Vlahov R., "*La Fotografia. 1. Tecniche di conservazione e problemi di restauro*", Ed. Analisi, Bologna, 1987, pp. 49-67
8. Flieder F. & Capderou C., "*Sauvegarde des collections du Patrimoine - La lutte contre les détériorations biologiques*", CNRS Editions, Parigi, 1999
9. Gallo F., "*Microrganismi, insetti e materiali fotografici*", AFT, Rivista di Storia e Fotografia, 11, 1990, pp. 4-9
10. Gernsheim H., "*Storia della fotografia, le origini",* Electa, Milano,1981a
11. Gernsheim H., "*Storia della fotografia, l'età del collodio"*, Electa, Milano, 1981b
12. Gilardi A., "*Storia sociale della fotografia"*, Bruno Mondadori, Milano, 2000
13. Lavédrine B., "*Storia e tecnologia dei procedimenti fotografici a colori*", in: "*La Fotografia. 1. Tecniche di conservazione e problemi di restauro"*, L. Masetti Bitelli & R Vlahov (eds), Ed. Analisi, Bologna, 1987, pp. 49-84
14. Lavédrine B., "*A Guide to the Preventive Conservation of Photograph Collections*", The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2003

15. Kowalik R., "*Microbiodeterioration of Library Materials*", Part 1, Restaurator, 4, 1980, pp. 99-114
16. Manodori Sagredo A., "*Fotografia, storie generi iconografie*", Bonomia University Press, Bologna, 2006
17. Marcone A.M., Paris M., Buzzanca G., Lucarelli G., Gerardi G., Giovagnoli A., Ivone A. & Nugari M.P., "*Il progetto ICR di manutenzione e controllo della Galleria Doria Pamphily: schedatura conservativa e monitoraggio ambientale*". Bollettino ICR, Nuova Serie, 2, 2001, pp. 44-67
18. Masetti Bitelli L. & Vlahov R., "*La Fotografia, tecniche di conservazione e problemi di restauro",* Edizioni Analisi, Bologna, 1987
19. Matè D. & Residori L., "*Il deterioramento e la conservazione delle fotografie",* in: "*Memoria e futuro dei documenti su carta*", A. Zappalà (ed), Forum, 2002, pp. 255-298
20. Matè D., Pasquariello G. & Sclocchi M. C., "*Materiali fotografici*", in: "*La biologia vegetale per i beni culturali - Biodeterioramento e Conservazione",* G. Caneva, M. P. Nugari & O. Salvatori (eds), I, Nardini Editore, Firenze, 2005a, pp. 159 -165
21. Matè D., Sclocchi M. C., & Ruggiero D., "*La degradazione biologica dei materiali fotografici*", in: "*Atti della Conferenza Internazionale, Scelte e Strategie per la Conservazione della Memoria".* Dobbiaco (BZ), 25-29 giugno 2002, Rubbettino Industrie Grafiche ed Editoriali, Soveria Mannelli (CZ), 2005b, pp. 375-386
22. Matè D. & Sclocchi M.C., "*Tracciato di scheda per l'analisi dello stato di conservazione del documento fotografico"*, in: "*La cultura fotografica in Italia oggi*", Sauro Lusini (ed), Italia Grafiche, Prato, 2007, pp. 121-123
23. Marinucci G., Ruschioni E., Veca E., "*Il monitoraggio entomologico nei depositi archivistici",* Rassegna degli Archivi di Stato, LX (1), 2000, pp. 186-193
24. Mina A. & Modica G., "*L'arte della fotografia. La stampa d'arte negli antichi procedimenti fotografici*", Ulrico Hoepli Editore, Milano,1987
25. Pasquariello G., "*Investigazione scientifica sulle lastre di vetro alla gelatina bromuro d'argento del fondo Peliti*" in "*Federico Peliti (1844-1914). Un fotografo piemontese in India al tempo della regina Vittoria*", M. Miraglia (eds), Peliti Associati Editore, Torino, 1993, pp. 285-293
26. Pasquariello G., Malarico F., Coladonato M. & Favetti S. "*Problems in conservation of historical glass plate negatives: state of researches and possibile developments*" in "*International Conference on Conservation and Restoration of Archive and Library Materials*", C. Federici & P.F. Munafò (eds) Erice, 22-29 April 1996, Palumbo Editore, Palermo, 1996, pp. 241-260
27. Pasquariello G., "*L'aerobiologia applicata alla conservazione dei beni culturali negli ambienti confinati*", in: "*Biologia e archeobiologia nei beni culturali. Conoscenze problematiche e casi di studio*", C. Sabbioni, F. Persia & L. Castelletti (eds), A.i.A.r e Musei Civici-Comune di Como, Como, 2006a, p.125-141
28. Pasquariello G.,"*Indagini scientifiche preliminari al restauro conservativo su collezioni storiche fotografiche dell'ICCD*", M.A.FO.S. Comunicazioni, Museo Archivio di Fotografia Storica, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Aprile 2006b
29. Pasquariello G, Sclocchi M..C., Matè D.& Valenti P., "*Musei, archivi, biblioteche*", in: "*La biologia vegetale per i beni culturali - Biodeterioramento e Conservazione"*, G. Caneva, M. P. Nugari & O. Salvatori (eds), I, Nardini Editore, Firenze, 2005, pp. 274-282
30. Pasquariello G, Matè D. & Sclocchi M..C., "*Archivi fotografici: progetto per un modello di studio*", in: "*GEA - Giornale Europeo di Aerobiologia Medicina Ambientale e Infezioni Aerotrasmesse*", Atti dell'XI Congresso Nazionale, 5-8 aprile 2006, Parma, 2006, pp. 189-191
31. Pileggi C., Berselli S., Giuliani M.R., Nugari M. P. & Scaramella L., "*Il fondo di lastre gelatina bromuro d'argento dell'I.C.R.: Problemi di conservazione*", in: "*International Conference on Conservation and Restoration of Archive and Library Materials*", C. Federici & P.F. Munafò (eds) Erice, 22-29 April 1996, Palumbo Editore, Palermo, 1996, pp. 695-706
32. Reifsny der J., "*Verso una strategia europea per la conservazione preventiva dei beni culturali*", Kermes, 15 (47), 2004, pp. 67-70
33. Reilly J. M., "*The Albumen and salted paper book, the history and practice of photographic printing: 1840-1985",* Light Impressions, Rochester, New York, 1980
34. Reilly J. M., "*Care and identification of 19th Century photographic prints*", Eastman Kodak Company, Rochester, 1986
35. Residori L., "*Struttura e composizione dei materiali fotografici*", in "*Chimica e biologia applicate alla conservazione degli Archivi*", Centro di fotoriproduzione legatoria e restauro degli Archivi di Stato, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione generale degli Archivi, Roma, 2002, pp. 217- 270
36. Scaramella L., "*Fotografia. Storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici",* De Luca Editori d'Arte, Roma, 2003
37. Sclocchi M.C., Matè D. & Ruggiero D., "*I costituenti organici dei materiali fotografici: loro suscettibilità ad attacco biologico*", AFT, Rivista di Storia e Fotografia, 35, pp. 3-20, 2002

38. Sclocchi M.C., Matè D. & Pasquariello G., "*Le collezioni fotografiche storiche: biodeterioramento e conservazione preventiva*", in: "*Biologia e archeobiologia nei beni culturali. Conoscenze problematiche e casi di studio*", C. Sabbioni, F. Persia & L. Castelletti (eds), A.i.A.r e Musei Civici-Comune di Como, Como, 2006, pp. 177-191
39. *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali* d. lg. 29 ottobre 1999, n. 490
40. Zannier I., "*Storia e tecnica della Fotografia*", Editori Laterza, Bari, 2004

SESSIONE

POSTER

ALTARE DEL CROCIFISSO DI STELLATA PO (FERRARA) – XV SECOLO

Raffaele Diegoli – Restauro e conservazione di opere d'arte

Vicolo del Monte di Pietà n° 1 – 41034 Finale Emilia, cell. 349 – 8789818 – e.mail raffaelediegoli@alice.it

Ricerche e studi applicati

L'altare dedicato al Crocifisso ha nella storia un pregio di rilievo per aver avuto ai suoi piedi personaggi illustri. Si soffermava Ludovico Ariosto con il figlio: a Stellata aveva la casa estiva. Passò da lì il cattolico fervente Capitano Giovanni delle Bande Nere. Davanti a questo vi si è inginocchiata Isabella d'Este, prima di entrare nello Stato Lombardo, diretta a Mantova per andare in isposa a Francesco Gonzaga. Capitoli importanti scritti per la casata degli Este che si verificarono sulle sponde di questo tratto del Po.
L' altare è un'architettura di grandi dimensioni: cm 700 x 330 x 135. E' estremamente interessante vedere, nel suo interno distaccato dalla parete, il cuore della sua struttura e il tipo di carpenteria utilizzata.
Interamente eseguito in legno di olmo e pioppo in tutta la sua struttura portante e nella più elegante finitura di pregio degli elementi decorativi che sono in legno intagliato, come le colonne, i capitelli dorici, il timpano superiore, le ricche cornici, mentre le parti più "sottili" come cornici, tralci d'acanto, motivi floreali, fiori applicati, ecc. sono in legno di tiglio.
L'altare è stato artigianalmente completato con una gessatura eseguita con colla animale e gesso da doratori e interamente dorato a foglia oro.
Complessivamente, a prima ispezione, tutto l'altare si presentava con un forte annerimento di tutta la superficie dorata, soprattutto nella parte alta di cimasa e trabeazione.
Altre parti principali, quali paraste, basamenti colonne, ed altri elementi a rilievo erano state verniciate con tempera grassa di colore nero, occultando una meravigliosa punzonatura ed un'altrettanto bellissima decorazione a motivo arabescato originali del XV secolo.
Sulla superficie di preparazione gessosa è stato steso bolo rosso-arancione e su di esso è stata eseguita la doratura a guazzo con lamine d'oro della misura di cm 5,5 x 6, nella parte più antica, mentre nelle parti di fine Cinquecento le lamine cambiavano dimensione in cm 6,5 x 7, applicate correttamente a sovrapposizione l'una all'altra, con un'abilità tale anche nei punti più complicati da riempire, quali cornicioni a scacchiera, cornici applicate rientranti, ovuli, listelli sagomati, fiancature, ecc, il che può essere riconducibile solo alla maestranza di un doratore. Non era presente alcuna indecisione di stesura, ma l'accostamento tra una lamina e l'altra risultava perfetta. La doratura era doviziosamente lucente, mentre nelle parti secondarie di sfondo, la doratura aveva un lucrore diverso. Sicuramente voluto come effetto, era stato ottenuto probabilmente dall'impiego di legni diversi e da una preparazione altrettanto più semplificata, per dare quest'effetto finale leggermente più smorzato.

Tecniche per la pulitura e metodologie impiegate per il consolidamento

Da subito ho rivolto l'attenzione a nuove metodologie di intervento di pulitura per l'Altare del Crocifisso, perchè le ho ritenute corrette, insieme alla Direzione Lavoro (ispettrice Dott.ssa Anna Stanzani della Soprintendenza di Bologna) in quanto mi permettevano di avere, come applicazione ragionata, il tempo utile per controllare gradualmente il periodo necessario per togliere ogni forma di annerimento e sporco, da una lamina d'oro eseguita a guazzo su bolo rosso-arancio applicata oltre cinquecento anni fa, con tale precisione e maestria da non presentare sollevamenti o rigonfiamenti se non per cause di assestamento strutturale o climatico. Ed anche perché sono metodologie molto meno invasive delle solite metodologie tradizionali. Le varie prove hanno dimostrato questo risultato.
Avendo quindi una superficie compatta a foglia oro, ben mantenuta né compromessa, la pulitura è stata eseguita in modo eccellente con un GEL CHELANTE A PH 8 a base acquosa in cui erano stati inglobati in percentuale acido citrico , carbopol (acido poliacrilico) e un tensioattivo basico (trietanolammina). Questa formulazione è risultata essere ottima per rimuovere il deposito di nero fumo, stesure oleose inappropriate e altre verniciature terpeniche stese nel passato per conferire migliore lucrore alle dorature. Il gel è stato tolto a secco con cotone e successivamente tamponato con lavaggi di Essenza di Petrolio.
Una volta ultimata la laboriosa pulitura, ho risolto tutte le parti delle zone gessose rigonfie e divelte, con caduta di doratura. Ho provveduto, dopo numerose prove, a fare i fissaggi con microiniezioni di Plexisol 550 diluito in Toluolo opportunamente scaldato e fissato con Carta bisiliconata e Termocauterio. Ho adottato una resina acrilica per fermare tutti i sollevamenti delle dorature, in quanto questa interagiva con la struttura lignea con ottimi risultati di adesione. Ho quindi evitato di eseguire fissaggi con colletta proteica in quanto la percentuale di acqua, a contatto con i supporti gessosi e la struttura lignea, mi creava problemi per i tempi maggiormente lunghi di essiccazione. La resina, diluita con un solvente più volatile, mi dava un risultato ottimale di ancoraggio al

supporto da subito anziché quello impiegato dalla colletta proteica.
Dopo il consolidamento, ho provveduto a porre in sicurezza tutte quelle parti in legno sbrecciate o non più legate da collante. Sono state quindi messe in morsa con colla tutte le parti in movimento, slegate dalla struttura. Successiva stuccatura con stucco Modostuc pigmentato di tutte le parti fessurate, consumate o comunque danneggiate. Si è optato per questo stucco per la sua elasticità e reversibilità.
L'ancona, essendo staccata da parete, ha permesso un' operazione di consolidamento sulla struttura lignea con REGAL REDZ 1126, al posto del più conosciuto paraloid, essendo una resina solubile in Ligroina (idrocarburo), quindi meno invasiva ma con ottimi risultati di consolidamento della fibra lignea. Dalla grande nicchia in giù, e cioè le parti riguardanti i mensoloni reggicolonna, la parte bassa delle colonne, tutto l'intaglio della cornice perimetrale della nicchia, le due predelle ed il paliotto, sono stati da me ridorati con foglia oro, in quanto la doratura originale non era più presente ma vi era rimasto solamente il legno nudo a larghe estensioni. Ho pensato che la tanta perdita di oro originale sia dovuta alle diverse inondazioni di acqua nel passato dall'attiguo fiume Po. All'interno della chiesa infatti sono segnati sul muro del presbiterio, i diversi livelli che l'acqua in passato aveva raggiunto all'interno della chiesa, per le rovinose rotte degli argini.
L'intera parte dorata di nuovo è stata da me successivamente patinata e raccordata alla tonalità dell'oro antico, con una miscela di Vernice sintetica REGAL REDZ 1094 Mat (opaca) opportunamente calibrata con pigmento terroso naturale. Ho rivolto la mia attenzione ad una nuova vernice sintetica in quanto meno "pesante" delle solite vernici tradizionali e miscibile in un idrocarburo non invasivo come la Ligroina.
Dietro le colonne portanti la trabeazione, le due paraste verniciate di nero, sono state sverniciate con uno sverniciatore formulato in soluzione acquosa ed addensante klucel al 10%, con miscela di alcool benzilico ed alcool etilico in percentuale misurata. Le due paraste hanno messo in risalto la loro originaria bellezza. Tutta la loro superficie è bordata al perimetro da una cornice a rilievo, all'interno una punzonatura raffinata crea bellissimi giochi arabescati bordati di nero.
La cornice bordante la nicchia, interamente intagliata in modo stupefacente nella sua perfezione, e tutto l'intaglio del paliotto, sono stati sverniciati allo stesso modo. E' riapparsa la loro finitura originaria. Gli intagli sono dorati, i campi su cui appoggiano sono a smaltino blu scuro. A lavoro finito, è stata stesa a pennello una piccola percentuale di vernice da ritocco ad alta diluizione in essenza di petrolio. Tutto è stato ripristinato come in origine.



Figura 1. Vista d'insieme dell'altare ligneo dorato e policromato





Figure 2 e 3. Particolare di punzonatura su fregio araldico a smaltino nero e particolare di tralcio d'acanto, che arricchisce la trabeazione, intagliato e dorato

BIBLIOGRAFIA

1. Archivio Parrocchiale della Parrocchia della Natività di Maria Vergine in Stellata (Ferrara).
2. Bottoni Antonio, *"Le Chiese di Bondeno"*, tomo 2, Ferrara, 1897.
3. Scheda di catalogazione conservata presso l'Ufficio dei Beni Culturali e per l'Arte Sacra della Curia Arcivescovile di Ferrara-Comacchio, impostata da Don Fabio Soncin, Direttore dell'Ufficio sopra citato e visionata dalla Dott.ssa Anna Stanzani, Funzionario di Soprintendenza alle Belle Arti di Bologna, direttore dei lavori di questo Altare.
4. Cremonesi Paolo, *"L'uso di tensioattivi e chelanti nella pulitura di opere policrome"*, Il Prato, Padova, 2001
5. Borgioli Leonardo-Cremonesi Paolo, *"Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome"*, Il Prato, Padova, 2005

Questo lavoro è dedicato a Don FABIO SONCIN, Direttore dell'Ufficio dei Beni Culturali e per l'Arte Sacra della Curia Arcivescovile di Ferrara, morto il 27 luglio 2006 a 56 anni. A questo bellissimo recupero aveva dedicato la parte della ricerca storica. Per la gravità della malattia non è riuscito a completarla. *Justitia et fide conservabitur*.

MINIMO INTERVENTO SU UN PICCOLO DIPINTO AD OLIO SU TELA DELLA GALLERIA NAZIONALE D'ARTE ANTICA DI TRIESTE

Morena D'Aronco

*Restauratrice Conservatrice Direttrice, Soprintendenza BAPPSAE del FVG, Piazza Libertà n. 7, 34132 TRIESTE, Tel. 040/4527525, morena.daronco@beniculturali.it

Abstract

L'intervento che sottopongo alla Vostra Cortese attenzione è da comprendere nei casi di degrado decisamente fra i più comuni relativamente ai dipinti ad olio su tela che si trovano nelle gallerie e nei depositi dei musei. L'unicità e l'eccezionalità di questo intervento si è resa manifesta durante il lavoro nel momento in cui sono emersi aspetti nascosti dell'opera, a testimonianza del suo percorso-vita e dei quali non si aveva avuto precedentemente notizia.

Il dipinto, definito essere, nella scheda catalogo della Galleria Nazionale d'Arte Antica di Trieste, una copia parziale da una pala d'altare di Annibale Carracci raffigurante "Santa Margherita" ora a S. Maria dei Funari a Roma o anche immagine proveniente da un repertorio di stampe riproducenti dipinti del Carracci, comprende un'unica figura femminile a pieno campo nelle vesti di "Santa Martire" tenente in mano la palma del martirio e un libro. L'opera, ritenuta di poco pregio, era compresa nel nucleo della galleria cittadina alla data del 2001, in seguito trasportata in laboratorio di restauro quando, con la chiusura e lo smantellamento della galleria, si erano resi evidenti alcuni problemi di conservazione in relazione particolarmente al distacco e al sollevamento della pellicola pittorica. A questo proposito è da annotare che lo stato di conservazione dell'opera mostrava segnali di degrado originati molto probabilmente da valori ambientali non idonei, in particolare dovuto al clima caldo-secco dell'impianto di riscaldamento sprovvisto sia di controlli che di impianto di climatizzazione.

Il dipinto su tela, molto sollevato, inserito in una semplice cornice a listello dorato, sembrava disarticolato all'interno della cornice stessa: la cornice ne risultava disconnessa sugli angoli inferiori, la tela era ormai distaccata da quella di foderatura lungo il bordo inferiore, con conseguenti perdite di colore e l'immagine era completamente opacizzata e imbrunita sulla superficie. L'intervento è consistito sostanzialmente nella riadesione dello strato pittorico così sollevato secondo larghe craquelure, nella "rifoderatura" a colla-pasta del bordo inferiore distaccato, nella pulitura dalle ossidazioni di superficie con miscela di solventi individuata dopo l'esecuzione dei tests di Feller, in piccole stuccature a gesso e colla e in alcune piccole reintegrazioni cromatiche, evitando nel procedimento di rimaneggiare l'opera nel suo aspetto strutturale che era da riferirsi ad un precedente restauro non documentato e storicizzato. pur non essendo completamente idoneo.

Fra i motivi che sono stati determinti nella scelta di contenere e rispettare l'assetto ormai stabilizzato se pure in atto di degrado ci sono stati in primo luogo la mancata coincidenza sia delle informazioni storico-critiche che le notizie di conservazione riportate sulla scheda di catalogo con quanto rilevato poi al momento dell'intervento. In un secondo momento è stato scoperto un elemento fondamentale, perché durante lo smontaggio del dipinto dalla cornice nella quale era inserito stabilmente è venuta alla luce una etichetta cartacea manoscritta recante un'iscrizione datata dalla quale si ottenevano informazioni circa le modalità di acquisizione dell'opera e la probabile provenienza: queste informazioni non erano mai state valutate in precedenza perché l'etichetta era rimasta nascosta alla vista essendo stata coperta da tasselli lignei che erano serviti sia a montare il dipinto nella cornice che a distanziarlo dalla parete quando fosse stato appeso.

Considerando che il piccolo dipinto era stato precedentemente poco studiato e poco conosciuto, oltre al fatto che non esistevano riferimenti bibliografici di riferimento che potessero essere di aiuto nella scelte operative da fare, si è ritenuto che la scoperta dell'iscrizione ritrovata sul verso fosse determinante e potesse fornire una traccia per una datazione dell'opera, di conseguenza l'intervento successivo ha voluto mantenere l'assetto ormai storicizzato perché rivelatore di dati ancora da conoscere ed elaborare, oltre che indicatore di un gusto ancora evocatore di un'epoca e di un passato ricco di fascino come si immagina potesse essere la Trieste del Novecento. Lasciare al futuro una più accurata conoscenza di questa piccola opera su tela ha determinato la minimalità dell'intervento, che pertanto è consistito nel risolvere i problemi conservativi più gravi e nel migliorare l'aspetto percettivo e consentirne la sua futura e rinnovata fruizione.

Introduzione

L'intervento che verrà descritto e illustrato su questo poster esprime fino in fondo ciò che nell'assoluta normalità viene svolto in un piccolo, spesso poco attrezzato e con forze limitate, laboratorio di restauro collegato ad un museo, pinacoteca o galleria d'arte italiana. La normalità di situazione e l'uniformità di intenti da parte degli operatori non determina però uniformità, identità nei risultati; le differenze nei risultati sono date, a mio avviso, da diversi aspetti che determinano e definiscono qualunque intervento:

1. l'aspetto storico-artistico dell'opera d'arte o del manufatto,
2. l'aspetto storico-critico dell'opera d'arte o del manufatto,
3. lo status di opera singola o di parte di collezione,
4. l'aspetto territoriale, dal quale proviene e quello in cui è collocata,
5. l'aspetto professionale e umano di chi esegue materialmente il lavoro, cioè le conoscenze, il percorso formativo, le esperienze professionali maturate,
6. la possibilità di scelta fra intervento conservativo e intervento di restauro
7. la capacità di comunicazione di un'opera d'arte e di un intervento

La competenza esclusiva degli studiosi e degli storici relativa ai primi tre punti viene integrata per quanto riguarda i successivi dal lavoro di chi opera materialmente nella tutela, nella valorizzazione e nella fruizione del patrimonio: l'apporto degli operatori, indubbiamente professionale, è alla fine anche umano, legato alla sensibilità, all'impegno, alle competenze acquisite, alle esperienze maturate, non solo, ma si innesta nel processo di trasformazione del museo (aperture, chiusure, riallestimenti, adeguamenti alle normative, spostamenti, cantieramenti e quant'altro), delle collezioni e del percorso espositivo. Esistono, a mio avviso, due variabili fisse che si pongono e si intersecano intervenendo in un museo: la figura professionale dell'operatore o esecutore dell'intervento e lo stato contingente del museo e delle collezioni.
In tal senso ritengo significativo esporre questo minimo intervento realizzato sul dipinto "*Santa Martire*", attribuito al Carracci ma senza certezza, inserito nel precedente percorso museale della Galleria Nazionale d'Arte Antica di Trieste, poiché è stato il primo intervento realizzato per la Soprintendenza territoriale competente dalla scrivente nell'anno 2006 ed ha rappresentato il punto iniziale dell'attività nella Soprintendenza stessa.
Questa affermazione sembrerà banale a chi si è formato professionalmente operando esclusivamente fin dall'inizio nell'apparato dello Stato ed ha sviluppato la professione stabilmente all'interno di una determinata città o di un territorio ma non lo dovrebbe essere per chi opera nel settore privato, per coloro che nello stato hanno una professionalità più recente e anche per coloro, ma sono pochi, hanno sviluppato la propria professionalità in linea con il processo del lavoro inteso come mobilità personale.
La diversità è insita, nel rispetto di metodologie identiche, probabilmente nel modo di approccio, nella ricerca della soluzione più corretta, nella prudenza di chi è consapevole di dover dare il proprio apporto professionale tenendo conto che un intervento deve essere rapportato concretamente su un'opera d'arte o un manufatto specifico.
Un altro aspetto importante nella scelta delle modalità esecutive di un intervento è lo stato in essere del museo che, escludendo il riferimento a caratteristiche di importanza o di qualità, fa riferimento alle caratteristiche di stabilità, cantieramento, deposito permanente o smantellamento dell'assetto riconosciuto: in tal senso è evidente che dover intervenire con urgenza su un certo numero di opere di un museo in disabilitazione, abbia in primo luogo lo scopo di evitare il peggioramento di situazioni imprevedibili già in corso.

Stato di conservazione del dipinto precedentemente all'intervento

Il dipinto su tela, di proprietà statale descritto nella scheda del catalogo-guida della Galleria Nazionale d'Arte Antica di Trieste edita nel 2003, venne trasportato e depositato nel laboratorio di restauro nel 2006, allorché venne smembrata la Galleria trasferendola in deposito e si evidenziò la necessità di un intervento urgente a causa di un accelerato processo di degrado che aveva provocato un evidente e sollevato craquelure della pellicola pittorica, un distacco del dipinto dalla tela di foderatura lungo il margine inferiore, alcune piccole cadute di colore sempre lungo il margine inferiore e la disconnessione della cornice dorata sugli angoli.
La piccola opera, venendo depositata nel laboratorio, apriva di fatto la serie di interventi anche su altri dipinti facenti parte delle collezioni statali che si sarebbero resi successivamente necessari, con la finalità di preparare il futuro riallestimento espositivo della Galleria nella nuova sede o o di deciderne il deposito nelle Scuderie del Castello di Miramare.





Figura 1 e 2. Prima del restauro foto studio e luce radente



Figura 3. Localizzazione dei sollevamenti

Analisi scientifiche: nè il laboratorio di restauro, né altri uffici della Soprintendenza dispongono di strumentazioni e personale preposto ad analisi diagnostiche e, non avendo disponibilità di tempo per eseguire una progettazione adeguata, si decise di delegare l'esecuzione di eventuali indagini a collaboratori scientifici esterni come progetto futuro.

Indagini ottiche: furono eseguite preliminarmente all'intervento tutte le indagini ottiche possibili con i mezzi a disposizione: documentazioni fotografiche a luce diffusa e radente, rilevamento dello stato di conservazione mediante osservazione a forte ingrandimento e al microscopio, osservazione della superficie con luce U.V., a luce radente: ciò consentì di specificare l'aspetto morfologico del degrado sulla superficie del dipinto.

Aspetti principali del degrado:
a) craquelure largo e sollevato in maniera uniforme su buona parte della superficie
b) craquelure localizzabile sulle campiture di colore di maggior spessore, principalmente sulle tonalità di colore scuro o bruno realizzate con discreta quantità di legante
c) ossidazione ed opacizzazione della superficie tale da reticolare l'immagine e limitare la percezione della profondità; l'osservazione con luce di Wood rese evidente la fluorescenza uniforme su tutta la superficie determinata da stesure di adesivo organico
d) un precedente intervento di restauro non documentato, aveva realizzato l'attuale foderatura, la sostituzione o il ripristino del telaio originale, che è fisso, una reintegrazione cromatica corrispondente alle lacune lungo il bordo inferiore
e) l'osservazione del bordo inferiore e di quelli destro e sinistro fece notare che il dipinto era stato tagliato sicuramente in orizzontale, riducendone le dimensioni originarie
f) la tela originale, non sufficiente per il risvolto e l'ancoraggio sul telaio, perse l'adesività lungo il bordo inferiore, tendendo ad un progressivo distacco da quella ausiliaria, sviluppando una deformazione di forma ondulatoria e conseguente perdita di coesione degli strati pittorici sovrastanti con caduta di frammenti di colore e preparazione
g) la tela da rifodero essendo di tipo sottile, forse poco adatta a sostenere il dipinto, era stata fatta impregnare da una stesura di sostanza resinosa, probabilmente una vernice, non analizzata, che aveva conferito una maggiore robustezza e resistenza, ma di fatto, impermeabilizzandola, l'aveva resa poco elastica
g) il telaio in legno probabilmente in uso a decorrere dall'ultimo restauro, pur essendo sottile e leggero possedeva buone capacità di sostegno ma essendo fisso non dava sufficienti garanzie sul tensionamento ottimale del dipinto
h) sulla cornice, di dubbia originalità, furono riscontrate le stesse caratteristiche di degrado del dipinto: gli angoli inferiori disconnessi, segno evidente della funzione ammortizzante dalle sollecitazioni esterne che puntualmente venivano trasmesse al dipinto
i) presenza di tasselli in legno lungo le traverse orizzontali superiori e inferiori del telaio inseriti tramite viti metalliche, che a prima vista fungevano da distanziatori dalla parete.+

Considerazioni

La difficoltà a percepire l'immagine in maniera chiara e unitaria si ripercuoteva sul verso e si stabilì di eliminare i tasselli lignei fissati sul telaio, sia per consentirne la manegevolezza che per avere una visione più realistica dello stato di conservazione del retro e del telaio stesso.
Si procedette al distacco dei tasselli, togliendo le viti, e immediatamente alla loro esportazione venne svelato un elemento di elevato interesse quando lungo la traversa superiore del telaio emerse un'etichetta cartacea

manoscritta ad inchiostro nero sulla quale si lesse: " *Quadro sequestrato il 2 maggio 1929 agli eredi della defunta Sorini Ida, Via Giulia 66 – Trieste – appartenente alla Chiesa del Rosario di Trieste f.to Il Comandante*". Il rinvenimento fu un segnale molto chiaro che l'intervento avrebbe dovuto essere ponderato e filtrato da quella scoperta per diverse ragioni: il contenuto dell'etichetta dava informazioni, certamente da vagliare e approfondire sul momento di passaggio dalla proprietà privata a quella pubblica e la modalità di acquisizione, dava notizia circa il possessore del dipinto e l' indirizzo, indicando il possessore o forse anche l'opera stessa come appartenenti ad una Chiesa della città. L'iscrizione redatta sull'etichetta indicava altresì un termine di esecuzione del restauro del dipinto, precedentemente alla data del 2 maggio 1929 e in tal senso storicizzandolo.



Figura 4. Etichetta sul telaio e fori

Dopo accurate riflessioni relative alle diverse possibilità di intervento, inclusa quella di sostituire il telaio con un altro idoneo ad espansione e di trasportare l'etichetta su quello nuovo e dopo aver vagliato l'effettiva disponibilità a realizzare nel corso del 2006 un restauro sul dipinto, insieme alle colleghe restauratrici del laboratorio di Trieste concordammo che:

- fosse opportuno evitare un restauro che potesse valorizzare il dipinto dal punto di vista artistico ma ne sacrificasse il valore di testimonianza storica e il restauro ormai storicizzato perchè chiara manifestazione del suo tempo-vita
- l'importanza dell'etichetta in relazione sia alla storia del dipinto che all'eventuale trascorsa appartenenza alla Chiesa del Rosario andasse vagliata approfonditamente con una ricerca storico-artistica tale da fare luce sul momento storico e sulle modalità di acquisizione da parte degli organi pubblici e la successiva entrata nelle collezioni della Galleria Nazionale d'Arte Antica di Trieste
- le cause del degrado potevano anche non essere imputabili ad un effettiva decadenza intrinseca del dipinto ma provocate da fattori esterni, ambientali, in particolare ad errati, persistenti valori di temperatura e umidità relativa dell'aria, dovuti al riscaldamento o al posizionamento del dipinto nelle vicinanze di fonti energetiche (termosifoni o esposte alla luce solare diretta)
- di intervenire non invasivamente sull'assetto del dipinto, ma secondo un principio di minimo intervento in modo tale da prendere in considerazione esclusivamente gli effetti del degrado, riassorbendo le manifestazioni più evidenti con la finalità di riportare l'opera ad un equilibrio e ad un'unità sufficienti al deposito nella nuova Galleria alle Scuderie di Miramare.

Fasi dell'intervento:

Pulitura

La prima fase è consistita nella pulitura della superficie pittorica dai depositi di materiale incongruente di provenienza atmosferica e dalle stesure/patinature di adesivo organico, dopo aver effettuato i tests di Feller per individuare il grado di solubilità dello strato ossidato uniformemente, che ha dimostrato essere sui valori di Fd 52; tenendo conto del valore Fd indicato dai tests sono state ricercate le miscele solubilizzanti più adatte.

Tipo di pulitura	***Materiali utilizzati***	***Metodologia applicativa***
Pulitura dai depositi di polveri inglobate	- Bile bovina in soluzione acquosa a Ph 7 - Soluzione tampone Trizma a Ph 7	A tamponcino A tamponcino
Pulitura dallo strato di ossidazione superficiale	- Miscela Acetone 90%-Ligrina 10% sulla metà destra come da foto sottostante - Miscela MEK 50%-Etilacetato 50% sulla metà sinistra	A tamponcino A tamponcino




Figura 5 e 6. Fasi della pulitura: prove e metà pulitura

Si scelse di alternare i due tipi di miscele suddividendo il dipinto in due aree e ciò consentì di operare in maniera più efficace su quelle parti di dipinto con craquelure più sollevato: la miscela Mek 50%-Etilacetato 50% possedendo un tempo di evaporazione leggermente maggiore permise una maggiore lavorabilità del tamponcino sulle scabrosità di superficie.
Durante la pulitura riemersero alcune antiche stuccature lungo il margine inferiore e si riportò alla luce la stesura di vernice apportata durante il restauro storico, sufficientemente trasparente ed elastica da poter essere preservata.

Riadesione dei sollevamenti
La pellicola pittorica estremamente spezzettata in piccoli frammenti e quasi completamente sollevata dal supporto sul quale doveva rimanere coesa, fu fatta riaderire applicando una stesura di Plexisol P 550 al 4% in benzina a pennello attraverso la superficie, lasciando evaporare il solvente, usando in seguito una leggera pressione con il termocautere tiepido (circa 40-45°C).
Benchè la riadesione della pellicola pittorica alla tela non riuscisse a raggiungere il punto ottimale, la superficie si distese e l'aspetto migliorò notevolemente, riacquisendo una stabilità tale da poter ricollocare il dipinto nel deposito del laboratorio di restauro, predisposto secondo valori ambientali idonei alla conservazione.

Riadesione dei distacchi della tela
Il distacco localizzato lungo il bordo inferiore della tela dal supporto ausiliario, dovuto alla perdita di adesivo, venne risolto realizzando la rifoderatura della parte con colla pasta e facendo asciugare la parte con calore fino a completa asciugatura.

Reintegrazioni
La stesura di vernice riemersa dalla pulitura venne reintegrata da una leggera verniciatura a pennello con vernice retoucher all'8% in ligroina e furono colmate due piccole lacune sul volto della Santa al centro dell'immagine, riportando a livello di superficie le stuccature più antiche lungo il bordo inferiore con stucco a gesso e colla. Tutte quante furono successivamente raccordate cromaticamente con velature a vernice sottotono per un immediato riconoscimento visivo.

Cornice
La cornice lignea, dorata, realizzata con listelli sottili e discretamente duri e robusti, pur essendo considerata di dubbia originalità, aveva garantito una funzione ammortizzante dalle sollecitazioni esterne e in tal senso venne ritenuta idonea alla conservazione del dipinto e si decise di ristabilirne le sue funzionalità.
Vennero fatti riaderire gli angoli inferiori mediante incollaggio con adesivo PVA, la doratura leggermente pulita con ligroina a tamponcino. La superficie interna ai listelli fu levigata in modo da poter contenere esattamente le misure del dipinto; a quel punto l'opera venne ricomposta e si procedette a costruire un sistema di ancoraggio dipinto:cornice sui quattro angoli, in maniera da evitare l'imbarcamento del telaio e consentire ai due angoli superiori di diventare i punti per la sospensione alla griglia o alla parete.
Furono realizzati quattro tasselli lignei da posizionare sugli angoli, sui quali furono avvitate in senso diagonale quattro piastrine forate ottonate, lasciando libero un foro per angolo nel quale inserire il sistema di sospensione.




Figura 7 e 8. Dopo il restauro: recto e verso

Aspetti particolari del dipinto

Parallelamente all'esecuzione dell'intervento vennero annotati tutti i dati e le informazioni che via via emergevano e che preventivamente all'intervento non risultavano percepibili, in particolare si rese visibile la scritta "*SVR SVM*" sull'elemento architettonico sul quale è appoggiata con il gomito la figura nel punto in basso a destra, iscrizione tagliata sulla lettera "*M*" in modo da far ritenere che il dipinto fosse stato più largo dell'attuale dimensione e qualche curiosità come l'inversione delle ombre sugli occhi della santa e i diversi colori delle maniche sulla veste.

Conclusioni

Il minimo intervento sul dipinto di cui si è trattato ha affrontato la questione di come un'opera d'arte non sia esclusivamente immagine, nel concetto contemporaneo il termine immagine può essere riferibile anche a luce pura, proiezione, ma nello specifico di un dipinto essa è relazionabile a materia, supporto, sistema costruttivo ecc. Operando su un'immagine materica come quelle di un dipinto si affronta una complessità che coesiste in un'unità. Lavorando sulla "*Santa Martire*" iniziarono ad emergere informazioni relative al suo sistema fin dall'inizio delle operazioni conservative che, una volta raccolte e parzialmente elaborate hanno consentito di comprendere quale fosse il termine da porre nell'esecuzione del lavoro: la non necessità di smontare il dipinto.
Il rilevamento dei dati più prettamente tecnici si é continuamente e palesemente intersecato con le notizie storiche: questa modalità si è rivelata essere la caratterizzante di questo lavoro. L'indicazione più evidente che emerse fu quella di lasciare alla ricerca storico-artistica la determinazione di aspetti ancora poco chiari; le informazioni contenute sull'etichetta citavano la Chiesa del Rosario come luogo di provenienza.; da tale rimando è stato semplice e quasi automatico trovare collegamenti esterni, ad esempio una notizia sul web dell'esistenza di un'opera molto simile, derivata dalla produzione romana della cerchia di Annibale Carracci e conservata nel Museo Diocesano di Rieti, anch'essa in restauro.



Figura 9. Il dipinto analogo del Museo Diocesano di Rieti

La modalità, che in seguito ha dato risultati corretti, che ha avuto sviluppo da quest'intervento è stata la tensione alla raccolta sistematica di qualunque dato informativo e documentario emergente durante il lavoro.
La necessità d'acquisizione costante e di riordino organico d'informazioni, dati, notizie preliminarmente all'attività pratica, poiché elemento fondamentale, ha condizionato tutto il lavoro successivo, estendendo l'acquisizione dei dati conservativi sia alle opere in deposito sia a quelle dislocate ancora in vari spazi del Palazzo che fu sede della Galleria Nazionale d'Arte Antica di Trieste. Per questo scopo si è predisposto un database informatico per consentire:

1. di rilevare e documentare i dati secondo una schedatura conservativa
2. di rilevare i dati per poter confrontare le diverse opere, allo scopo di migliorare la conoscenza delle collezioni conservate nella Galleria

Non essendoci al presente disponibilità di un apporto informatico tale da poter elaborare un progetto mirato, dopo aver vagliato i diversi programmi per la creazione di database disponibili si è optato per l'uso di Microsoft Access in virtù della vasta diffusione e applicazione consentita, predisponendo l'inserimento dei dati tecnici secondo le direttive impartite con il D.M. 10 maggio 2001, ambito VI, sottoambito 1 "Norme per la conservazione e il restauro comprendenti l'esposizione e la movimentazione". E' lasciato ad una prossima fase operativa il compito dell'elaborazione e della gestione pubblica dei dati acquisiti, che al momento sono utilizzabili esclusivamente dall'Ufficio d'appartenenza.
Il lavoro di schedatura, ancora in fase iniziale, pur procedendo lentamente ha già acquisito i dati conservativi di diverse opere del deposito e le prime comparazioni fra essi hanno fatto rilevare aspetti ancora poco evidenti e caratterizzanti dei dipinti, come ad esempio la puntuale presenza di un'iscrizione o una firma autografa sugli angoli inferiori, destro o sinistro, del dipinto e spesso un'etichetta di riconoscimento sul verso, ripreso in quasi tutti i dipinti di scuola artistica locale creati posteriormente al 1929, in parte autografi e in parte riferibili all'ambiente collezionistico o commerciale.
Lasciando agli storici dell'arte la valutazione sull'importanza e il confronto di tali aspetti, ritengo che il valore di un tale minimo intervento sia stato quello di indicare che l'acquisizione in modo organico dei dati tecnici emergenti dall'analisi delle opere fosse la via da perseguire, facendo confluire il lavoro verso la definizione di un piano conservativo e di una programmazione degli interventi di restauro/conservazione sulle opere stesse, in particolar modo in un momento storico nel quale si concretizzano instabilità ed incertezza generali come nel caso della Galleria di Trieste, ora chiusa.
La disponibilità per la fruizione dei dati conservativi relativi a tutte le opere d'arte delle collezioni e la loro corretta documentazione potranno diventare così un *valore aggiunto*, elementi caratterizzanti di ciascuna di esse.

Ringrazio la Dott.ssa Maria Chiara Cadore che ha seguito l'intervento e le colleghe Cristina Gioachin e Nicoletta Buttazzoni per la puntuale collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

1. Brandi Cesare, *"Teoria del restauro"*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino, 1977
2. Ciatti Marco, *"Per un'attuale teoria del restauro: alcune riflessioni sul progetto di conservazione"*, in "*Bollettino OPD Restauro n. 17/2005*", Centro Di, Firenze, 2006, pp. 71-82
3. Marcone Anna Maria, Paris Mariabianca, Buzzanca Giancarlo, Lucarelli Giuseppe, Gerardi Giovanni, Giovagnoli Anna Maria, Ivone Alessandra, Nugari Maria Pia, *"Il progetto ICR di manutenzione e controllo della Galleria Doria Pamphilj: schedatura conservativa e monitoraggio ambientale"*, in "*Bollettino ICR nuova serie n. 2, 2001*", Nardini Editore, Modena, 2001, pp. 44-67
4. Cagna Marco, Fratelli Maria, *"Da romantico deposito polveroso a funzionali sale studio"*, in "*Lo stato dell'Arte 4, IV Congresso Nazionale IGIIC, Volume degli Atti*", Nardini Editore, Grugliasco (TO), 2006, pp. 607-611
5. Amadori Maria Letizia, Bernardini Gabriele, Ferrucci Fabiano, Loreti Marco, Mochi Onori Lorenza *"La schedatura conservativa informatizzata dei dipinti esposti alla Galleria Nazionale delle Marche: conoscenza e monitoraggio del patrimonio culturale nell'ambito del progetto regionale Carta del Rischio"*, in "*Lo stato dell'Arte 4, IV Congresso Nazionale IGIIC*", op. cit., pp. 539-546

IL RESTAURO E IL MANTENIMENTO DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO STUDI E SVILUPPI DI TENSIONAMENTO DI DIPINTI SU TELA. ALCUNI ESEMPI DI LAVORI ESEGUITI SU OPERE DI SCUOLA CREMONESE

Davide Parazzi

Restauro e conservazione Opere d'Arte - Sede Lombarda Maleo –Lo- via Lago Gerundo 60
Sede emiliana Piacenza via del Poligono 10 -Tel. 3478292603 e.mail: davideparazzi@tiscali.it

Nel restauro dei dipinti su tela, si è assistito spesso in passato e purtroppo ancora oggi avviene, ad una totale indifferenza nei confronti di ciò che è al di la del visibile e del fruibile nell'immediato, trascurando l'importanza che invece può avere la struttura lignea portante, composta da pochi elementi di legno congiunti tra loro tramite incastri, chiodi e/o colla. Il telaio nato insieme al dipinto, ha attraversato i secoli giungendo a noi con un proprio livello conservativo che però è inscindibile da quello del dipinto presente su davanti. Le sollecitazioni fisiche e meccaniche nonché le deformazioni degli elementi lignei passano direttamene al supporto vincolato alla struttura causandone più o meno problemi evidenti poi dal davanti (molteplici sono inoltre le variabili che si verificano nel tempo-vita di un dipinto su tela e sono legate alla tecnica esecutiva, all'ambiente di conservazione e ai restauri precedenti).
Il telaio fa parte dell'oggetto, quindi perché sostituirlo? **[1]**
E' a questa domanda che finalmente negli anni più recenti si sta dando risposte positive, assistendo anche ad una inversione di tendenza da parte dei responsabili alla tutela del patrimonio storico artistico, decisione però che spesso non è affatto legata alla conoscenza della lavorazione del legno e alla tecnologia lignea ma dettata solo dal concetto del "teniamolo". Si parte dal presupposto di conservare le strutture, facendone espressamente richiesta all'operatore; questo è però giustificato semplicemente dallo stato di fatto del telaio o addirittura guardando alla qualità del dipinto e all'autore.Quando però succede che la struttura, è quella di un di un dipinto definito di poco interesse, e per di più questa presenta problemi strutturali, decade tutto l'interesse del recupero optando di nuovo per la sostituzione. Nel caso più positivo, del mantenimento, i telai originali vengono conservati senza apportarvi le corrette modifiche (e se a volte vengono fatte, denaturano la struttura originale) per supportare il nuovo assetto di tensionatura. Ma attenzione, quest'ultima potrebbe essere troppo forte e disomogenea perché raggiunta solitamente con le pinze tenditela; oppure la tela originale, se foderata, può aumentare di peso e anche questo non gioverebbe ad una struttura antica non restaurata e non adattata. Infine vengono utilizzati spesso espansori metallici angolari su telai originali antichi non restaurati e lasciati tal quali con incastri fissi o al limite a cui hanno sbloccato le calettature angolari, le quali essendo spesso, sui telai sei-settecenteschi a un quarto di spessore**[1]**, l'eventuale loro espansione causerebbe un movimento solo unidirezionale, risultando in seguito un sistema pericoloso nel corretto assetto del supporto. Sono tante, quindi, le domande che si presentano in continuazione vedendo opere appena restaurate. E' inevitabile dunque che l'approccio di un restauratore oggi che si trova ad affrontare il recupero di un dipinto su tela deve, si avere la primaria funzione di analizzare e progettare al meglio la fase di intervento sulla tela dipinta ma non deve trascurare uno degli elementi fondamentali del sistema che garantirà poi negli anni successivi la buona conservazione sul supporto, sintetizzabile in due punti fondamentali tra loro correlati:
- **la struttura di sostegno** deve essere stabile, riducendo al minimo la possibilità che i propri movimenti vengano trasmigrati alla tela e conseguentemente al dipinto.
- **la tensione** del supporto tessile deve essere uniformemente distribuita e di conseguenza la planarità dell'opera è uno dei primi elementi importanti per una buona conservazione del manufatto.
Ad oggi sono diversi gli esempi e gli studi svolti da diversi operatori e colleghi nel settore della conservazione, anche con risultati molto interessanti[i].: sono quelli rivolti all'analisi di quanto è importante il corretto tensionamento della tela dipinta come primaria importanza e che hanno portato conseguentemente a scartare le strutture lignee di sostegno che si "muovono" espandendosi negli incastri per poter trazionare il tessuto inchiodatovi sopra. In poche parole deve essere la tela a doversi muovere al di sopra di una struttura che deve rimanere fissa e stabile: d'altronde è in questo modo che i nostri predecessori avevano concepito i telai lignei o gli assiti irrobustendo gli incastri con chiodi, cavicchi di legno, colla o rinforzi lignei o metallici.
In circa dieci anni di lavoro nel campo della conservazione e del restauro di Opere d'Arte e nel caso specifico dei dipinti su tela, ho sempre avuto la necessità di recuperare e mantenere le strutture di sostegno originali siano essi telai o assiti e per tale motivo oggi il mio approccio al recupero di questi manufatti si basa fondamentalmente sempre su due passaggi:

A. **si restaura il telaio** in concomitanza al dipinto con i canoni classici del restauro e della tecnologia lignea riportandolo ad un assetto stabile, eliminando eventuali imbarcamenti, svergolature, rotture, mancanze di porzioni lignee ed eventuali presenze di insetti dannosi; il tutto nel pieno e più rigoroso rispetto per l' "oggetto" da considerarsi come documento etnoantropologico frutto di una lavorazione artigianale ormai perduta: si terranno eventuali scritte, segni di lavorazione (senza intervenire sulle

superfici con levigature o spianamenti) ed elementi aggiuntivi, siano essi di sostegno (ganci) che di bloccaggio (perni, cavicchi, chiodi, etc)

B. **si studia il sistema di tesionamento** per la tela che dovrà tornare ed essere applicata al telaio restaurato.

Per quanto riguarda gli esempi di alcuni lavori eseguiti, di cui voglio portarvi a conoscenza e che fanno parte di un percorso evolutivo nella mia attività, all'approccio al mantenimento dei telai e allo studio dei sistemi di tensionamento definitivo dei supporti tessili, sono riferibili tutti a dipinti di ambito cremonese:

A. il ciclo pittorico costituito da sei dipinti di grandi dimensioni, del pittore Agostino Bonisoli (Cremona 1635/37- ivi 1707) conservato nella chiesa della Beata Vergine delle Grazie o Madonnina di Cortemaggiore –Pc-
B. dipinto di grandi dimensioni, raffigurante San Daniele nella fossa dei leoni, di autore ignoto di ambito cremonese (prima metà del XVII secolo) sacrestia della chiesa parrocchiale di Cortemaggiore- Pc-
C. dipinto di grandi dimensioni, di forma concava, raffigurante l'Adorazione dei pastori, iscrivibile alla bottega di Bernardino Campi (Cremona 1522 –ivi 1591) abside della chiesa parrocchiale di Castelnuovo Bocca d'Adda –Lo-
D. dipinto di grandi dimensioni, raffigurante la Presentazione al Tempio, di Angelo Massarotti (Cremona 1654-ivi 1723)
E. dipinto raffigurante Santa Teresa d'Avila levitante, della bottega di Luigi Miradori detto il Genovesino (Genova 1600/1610- Cremona 1654/57) casa parrocchiale di San Bassano -Cr-

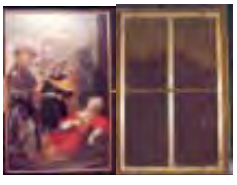
Considero i modelli riportati come un vero e proprio percorso evolutivo personale, rivolto ad una continua ricerca e studio dei materiali e dei sistemi di tensionamento da realizzare e provare sui dipinti. Con questa pubblicazione, colgo così l'opportunità di metterne a conoscenza le caratteristiche riportando anche le osservazioni finali su ciascun sistema testato.

ESEMPI DI INTERVENTI DI RESTAURO

A
2004-2005
I dipinti di Agostino Bonisoli (Cremona 1635/37- ivi 1707) a Cortemaggiore –Pc-[2]

Il ciclo pittorico è costituito da sei dipinti di grandi dimensioni (130 cm x 210 cm i due piccoli e 190 cm x 280 cm i grandi) conservati nella chiesa della Beata Vergine delle Grazie o Madonnina di Cortemaggiore –Pc- può essere considerato, nella mia attività, il sunto iniziale del concetto di mantenimento del telaio ligneo antico rifunzionalizzato.
Si tratta di un restauro ministeriale inserito nel programma annuale 2004 e 2005 della Soprintendenza di Parma e Piacenza. Le opere oggetto del restauro sono state tutte eseguite dal medesimo autore. Telai, tessuti impiegati, chiodature e tecnica pittorica uguali in tutti e sei i dipinti.

Tecnica esecutiva dei telai
I telai sono in legno di pioppo nero con incastri angolari a un quarto di spessore o a forcella bloccati ciascuno con un perno ligneo in legno duro (noce).



San Giacomo Maggiore guarisce la figlia del sultano



San Domenico



Martirio dei protomartiri francescani da parte del re del Marocco



San Mauro abate guarisce lo storpio

Problematiche riscontrate sui telai

Bisogna innanzitutto sottolineare che la chiesa della Madonnina non ha avuto un utilizzo continuativo dal momento della sua edificazione; in più occasioni è stata chiusa al culto anche per diversi decenni e poi riaperta. Non ultimo il riutilizzo nel secondo dopoguerra come magazzino prima e come laboratorio di un falegname poi. Oggi dopo diversi interventi di risanamento e restauro murario è pienamente funzionale e accessibile al culto.



SS. Trinità, San Giovanni de Matha e San Felice di Valois



Estasi di Sant'Andrea Avellino



particolare del degrado di un asse

L'umidità è il fattore più deleterio sviluppatosi nella chiesa, seguita poi dall'attacco degli insetti xilofagi che hanno in seguito condizionato staticamente l'integrità strutturale dei telai. Erano presenti rotture e mancanze di porzioni lignee anche in corrispondenza di punti di maggior importanza quali gli incastri, svergolature e imbarcamenti degli assi.

Quando anche un falegname siglava il suo lavoro

Perché mantenere una struttura realizzata con materiali poveri, composta da alcuni pezzi di legno fissati con colla, chiodi e cavicchi lignei, senza apparentemente nessun significato se non quello di aver supportato per centinaia di anni un dipinto su tela?
Perché allora, un falegname, sconosciuto (oggi) siglava un lavoro a noi così insignificante. Domandiamoci il perché.
E non è l'unico esempio trovato di "marchi di fabbricazione" sul retro di elementi usati in pittura in passato (sigle sono state rinvenute su tele e cornici).



tipologia degli incastri presenti nei telai dei 6 dipinti



le sigle ritrovate a tergo di uno dei sei telai

Intervento eseguito

-Intervento di disinfestazione

per prima cosa tutti i telai sono stati trattati con antitarlo a base di permetrina e mantenuti sigillati in involucro plastico per alcune settimane

-Intervento di restauro ligneo

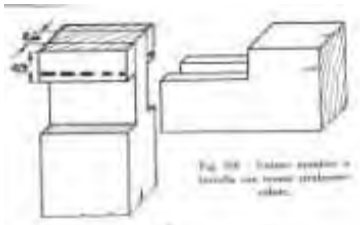
in seguito si è proceduto al ripristino ligneo vero e proprio, realizzando inserti nelle mancanze e ricostruendo anche gli incastri dove questo era necessario a causa del forte degrado. In tutti i casi è stato utilizzato legno di pioppo bianco.

-realizzazione dei nuovi telai di inserimento ad espansione

in questo caso, nell'ottica di mantenere i telai originali dei dipinti, si è anche voluto renderli espandibili. Tutti i telai essendo però ad incastri a forcella, per cui anche sbloccandoli dal perno ligneo centrale che li rendeva fissi, questi mantenevano un'espansione unidirezionale, si è dovuto intervenire sulle calettature angolari asportando minime porzioni lignee per renderle espandibili nelle due direzioni; a questo punto sono stati realizzati sei telai nuovi in legno d'abete lamellare con relative traverse anche a crociera e con tutti gli incastri, angolari e intermedi nel senso della larghezza, a tenone e mortasa espandibili. Questi telai sono stati poi inseriti all'interno dello spessore di quelli originali e fissati a questi con viti autofilettanti per legno (per cui asportabili in qualsiasi momento). I telai nuovi presentano anche il classico lato smussato, quello direttamente a contatto con il dipinto in modo che la tela pensionata rimanga sollevata dai due telai di circa un centimetro evitando in questo modo l'appoggio del tessuto e quindi la segnatura dello spigolo del telaio sul dipinto.



fase di asportazione di una porzione di incastro



Grafica della tipologia di incastri dei sei telai la linea tratteggiata indica la porzione lignea asportata per permettere l'espansione bidirezionale



Particolare durante la fase di lavoro e la sostituzione delle parti ammalorate del telaio antico



Particolare di un incastro al termine dell'intervento



Visione totale di uno dei telai
restaurato e modificato

Tutti gli incastri a tenone e mortasa sono stati dotati di tensori metallici a doppia corsa che, oltre a permettere un irrobustimento e un assetto angolare maggiore, rappresentano anche l'elemento utile a un futuro ritensionamento dei dipinti.

Osservazioni finali sulla tipologia di intervento

I telai con questo sistema ne risultano sicuramente irrobustiti dal punto di vista strutturale, a scapito però:

A- dell'aumento del peso; a questo proposito potrebbero essere utilizzate essenze legnose più leggere rispetto all'abete, e senza utilizzare legno lamellare
B- dell'asportazione di minime quantità di legno dalla struttura originale
C- dell'espansione e aumento delle dimensioni del telaio per permetterne l'espansione e quindi il tensionamento del dipinto; questo è forse il punto maggiormente negativo in quanto l'eventuale presenza di una cornice lignea originale o l'inserimento dell'opera entro cornice a muro non permetterebbero l'aumento di dimensione, che anche se pur minima potrebbe causare problemi di adattamento allo spazio di inserimento.

B

2005

Un dipinto di grandi dimensioni, raffigurante San Daniele nella fossa dei leoni, di autore ignoto di ambito cremonese (prima metà del XVII secolo) sacrestia della chiesa parrocchiale di Cortemaggiore- Pc-

Dimensioni cm 180 x cm 295

Tecnica esecutiva del telaio

Il telaio é in legno di pioppo nero con incastri angolari a un quarto di spessore o a forcella bloccati ciascuno con un perno ligneo in legno duro. E' presente una traversa orizzontale con incastri a tenone e mortasa bloccati anche in questo caso da un perno ligneo ciascuno.

Problematiche

La struttura originale non presentava particolari problemi strutturali. Si riscontravano piccole mancanze di essenza lignea e sporco e povere erano diffusi sulle superfici.

Osservazioni in fase operativa

Questa struttura si adattava bene al concetto del mantenimento ma volevo approfondire le mie sperimentazioni senza dover aggiungere un nuovo telaio o una nuova struttura lignea per poter permettere un domani un potenziale ritensionamento. Inoltre, il fatto di aver mantenuto anche il dipinto con la su tela originale, ritensionandolo solo con le fasce perimetrali, era una ragione in più per mantenere il manufatto il più possibile nella sua condizione originale, semplicemente con una cosa in più: un sistema di tensionamento costante.



Particolare del nuovo sistema di tensionamento

Intervento eseguito

-Intervento di disinfestazione

per prima cosa il telaio é stato trattato con antitarlo a base di permetrina e mantenuto sigillato in involucro plastico per alcune settimane

-Intervento di restauro ligneo

in seguito si è proceduto al ripristino ligneo vero e proprio, realizzando piccoli inserti nelle mancanze lignee.

-Applicazione del nuovo sistema di tensionamento; si tratta di tiranti metallici a bullone fissati lungo lo spessore interno del telaio. Le fasce perimetrali applicate al dipinto presentano lungo le quattro estremità un'asola cucita, entro la quale è stato introdotto un profilato (per ciascun lato del dipinto) tondo di 0.5 cm di diametro di metallo; il dipinto in questo modo viene agganciato sul retro, facendo rigirare le fasce, direttamente agli anelli infilandovi al loro interno il tondino. Successivamente, grazie alla presenza di un dado filettato presente sul corpo dei tiranti, avviene il tensionamento: avvitando il dato, la corsa del tirante porta quest'ultimo a spostarsi gradualmente verso l'interno del telaio e in questo modo avviene la trazione della tela. All'interno del sistema sono state introdotte piccole molle a compressione a corpo cilindrico, in modo che il sistema risulti anche elastico e, la tela possa comunque compiere i normali movimenti di contrazione e dilatazione.



San Daniele nella fossa dei leoni al termine del restauro

Osservazioni finali sulla tipologia di intervento

Il concetto di mantenimento del telaio ligneo originale con questo sistema di tensionamento scarseggia di elasticità, elemento che può essere offerto solo dall'inserimento di molle a trazione e non a compressione e con maggiore corsa.

Per tale motivo i miei studi sono proseguiti nei lavori successivi.

C
2005

Un dipinto di grandi dimensioni, di forma concava, raffigurante l'Adorazione dei pastori, iscrivibile alla bottega di Bernardino Campi (Cremona 1522 –ivi 1591) abside della chiesa parrocchiale di Castelnuovo Bocca d'Adda –Lo[ii]

Dimensioni cm 154 x cm 209,5
Il dipinto non presentava più il telaio originale ma era stato incollato direttamente ad un pannello in truciolato di legno in un intervento databile alla fine degli anni '70 del secolo scorso. Le tracce evidenti dell'impronta inconfondibile dei legni perimetrali e di una rompitratta orizzontale centrale, nonché la presenza dei fori di una precedente chiodatura lungo i margini perimetrali, non lasciavano dubbi sul fatto che l'opera fosse in origine tensionata su una telaio ligneo. Anche l'attuale assetto curvo del dipinto è probabilmente frutto di un adattamento verificatosi nella seconda metà del 1700, quando venne ampliata ed allungata la zona absidale e dove presero posto questo ed altri due dipinti nelle nicchie ricavate sulla parete curva del coro. Nei dipinti su tela sono molti gli esempi di dipinti nati con questo assetto ma in questo caso i vistosi danni presenti sul dipinto nella zona centrale, con sollevamenti e cadute di preparazione non lasciano dubbi all'ipotesi che il dipinto fosse originariamente tensionato su telaio piano.

Problematiche riscontrate sul dipinto

La condizione presente sull'opera prima del restauro non concedeva alcun dubbio sul fatto che fosse necessario al più presto u intervento che asportasse definitivamente il pannello rigido dal retro del dipinto che ne risultava incollato; infatti la tela, fissatavi con adesivo di tipo vinilico non poteva compiere i normali movimenti di assestamento e seguire le variazioni termoigrometriche ambientali. Inoltre erano anche presenti pericolosi distacchi del tessuto, in zone centrali dell'opera con la formazione di borse e deformazioni che stavano portando anche al sollevamento e distacco di altre porzioni dipinte.

Osservazioni in fase operativa

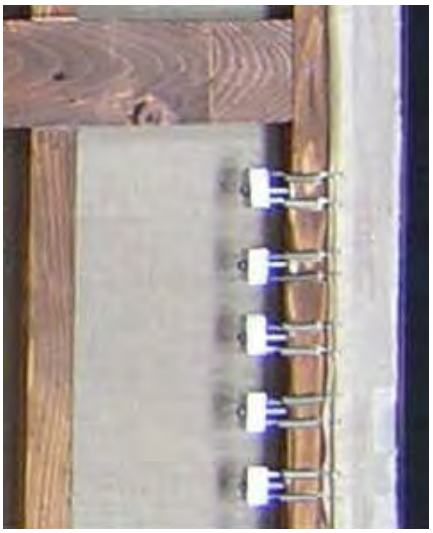
Era quindi necessario oltre ad asportare la struttura presente sul retro, studiare e progettarne una nuova, più leggera e con le seguenti caratteristiche:
-mantenere l'assetto curvo del dipinto
-mantenere costante l'assetto strutturale anche dopo il tensionamento per evitare possibili variazioni della curva che avrebbero causato particolari problemi in fase di fissaggio nella nicchia a parete.
permettere, anche in questo caso, un futuro ritensionamento del dipinto senza doverlo svincolare dal telaio ma contemporaneamente evitando che fosse quest'ultimo a compiere movimenti di espansione altrimenti ciò avrebbe causato i soliti problemi di riposizionamento nello spazio circoscritto della nicchia.

Intervento eseguito

-prima di tutto sono state eseguite le seguenti operazioni sul dipinto: protezione del recto e distacco dell'opera dal pannello in legno trucciolato, consolidamento, pulitura del tretro, chiusura lacerazioni e applicazione di un nuovo tessuto in puro lino su retro con adesivo termoplastico (Beva 371) applicato a spruzzo solo sulla tela nuova.



particolare di uno degli incastri della nuova struttura lignea


particolare del nuovo sistema di trazionamento della tela

telaio

-è stato realizzato il nuovo telaio ligneo con sistema ad espansione sul retro; la struttura è stata realizzata in legno di abete lamellare con incastri angolari a tenone e mortasa a foro quadro mentre i collegamenti intermedi delle sei traverse con i legni perimetrali sono a tenone e mortasa a un terzo di spessore; le traverse sono unite tra loro con giunzioni a crociera a sopraffare. Lungo i bordi di chiodatura sono stati applicati dei profilati in Nylon pp6 in modo da far scorrere meglio il tessuto della foderatura sul retro del dipinto.

Il nuovo sistema di tensionamento è realizzato tramite una serie di piccole "tacche" di circa 5 cm di larghezza ottenute con un profilato in alluminio ad "L". Queste sono vincolate al telaio tramite bulloni avvitati nello spessore interno del telaio. La quantità di questi punti fissi sulla struttura è stata calcolata in base ai punti di tensionamento necessari a supportare il peso della tela originale foderata. Questa è agganciata ai punti fissi in alluminio tramite due molle per ciascun punto. Il tensionamento graduale dei tessuti, avviene nel momento in cui vengono svitati i bulloni che trascinano le tacche in alluminio verso il centro del telaio; questo processo comporta anche il trazionamento delle molle e di conseguenza le tele ad esse agganciate.



Adorazione dei pastori al termine del restauro

Osservazioni finali sulla tipologia di intervento

Nell'insieme il sistema funziona ma la presenza di due molle per ogni singolo tirante, che comunque é una soluzione ideale per supportare la tensione di una tela originale foderata e già di per se pesante come tessuto, rende macchinosa la fase di aggancio del dipinto al telaio. Inoltre su dipinti di grandi dimensioni e con forze di tensionamento piuttosto alte sarebbe necessario introdurre nel sistema una guida per ogni singolo tirante che permetta di mantenere in asse il profilato di alluminio senza che questi ceda per lo stesso peso della tela con il rischio di portare alla deformazione permanente del bullone filettato e del punto di inserimento dello stesso nel legno.



Esempio grafico del possibile indebolimento del nuovo sistema

D
2006

Un dipinto di grandi dimensioni, raffigurante la Presentazione al Tempio, di Angelo Massarotti (Cremona 1654-ivi 1723)

Dimensioni: cm 156 x cm 224,8

Si tratta di un restauro ministeriale inserito nel programma annuale 2005 e 2006 della Soprintendenza di Milano.

Il dipinto, insieme alla grande ancora lignea policroma e dorata datata 1744, trova ubicazione nella cinquecentesca cappella Stanga nella chiesa parrocchiale di Catelnuovo Bocca d'Adda . Il dipinto, insieme alla cornice, vennero acquistate a Cremona da Antonio Stanga nel 1777 e collocate all'interno della cappella che in quel periodo insieme alla chiesa stavano per essere ristrutturate.

Per cui l'opera in oggetto ha visto un'importante spostamento dal luogo di collocazione a Cremona (dove si trovava da circa mezzo secolo) a Castelnuovo Bocca d'Adda.

L'ambiente attuale di collocazione, con circa il 90 % di umidità relativa, doveva già essere già fortemente umido nel 1777 in quanto, l'ancona venne dotata di un foro di aerazione nella parte superiore del fianco sinistro che termina all'esterno, con un collo di bottiglia di vetro. Questo permetteva all'aria di circolare dietro alla cornice e al dipinto.

Inoltre la tela originale venne protetta, (proprio in data 1777 come appare scritto a tergo con ulteriori indicazioni sulla provenienza e l'acquisto dell'opera) dal retro con l'incollaggio di un supporto cartaceo creato con dodici fogli in carta realizzata a mano incollati orizzontalmente tra loro in modo da coprire per intero la superficie del telaio ligneo del dipinto a cui era incollata perimetralmente**.** Questo rivestimento oltre a proteggere la tela è servito anche per proteggere il telaio originale giunto a noi in buone condizioni**.**

Tecnica esecutiva del telaio

Il telaio é in legno di pioppo nero con incastri angolari a un quarto di spessore o a forcella bloccati ciascuno con colla animale e un perno ligneo in legno duro. E' presente una traversa orizzontale con incastri a tenone e mortasa a un terzo di spessore bloccati anche in questo caso da un perno ligneo ciascuno.



Presentazione al tempio al termine del restauro

Problematiche riscontrate sul telaio

La struttura originale non presentava particolari problemi. Si riscontrava una forte deformazione plastica della traversa con un accentuato imbarcamento.




Particolari fotografici del prototipo del nuovo sistema di tensionamento

Osservazioni in fase operativa

L'esperienza precedente di tensionamento mi ha condotto alla ricerca di un sistema che fosse in questo caso specifico, più semplice, anche perché doveva corrispondere con la decisione durante il restauro del dipinto, di mantenerlo in prima tela senza aggiungere una nuova tela di rinforzo ma ritensionandolo con le fasce perimetrali. Per cui, data la leggerezza del telaio originale in buono stato, la leggerezza di un tessuto originale a tessitura mediamente rada e con filato di media grandezza, si richiedeva si un corretto tensionamento per annullare le deformazioni presenti sull'opera, ma le forze imposte dal nuovo sistema di trazione non dovevano essere eccessive.

Intervento eseguito

-sono state eseguite le operazioni sul dipinto



Fase di applicazione degli smussi in alluminio lungo
i bordi perimetrali

Telaio

- é stato effettuato tramite spennellatura di soluzione concentrata di Per-xil della CTS in White Spirit e sigillatura in sacco per circa tre settimane
- è stato mantenuto il telaio originale a cui è stata sostituita la traversa orizzontale con una nuova e aggiunta quella verticale (ottenendo così la crociera)
- é stato aggiunto un profilato in alluminio curvo sul bordo di chiodatura in modo da far scorrere meglio il tessuto delle fasce perimetrali sul retro del dipinto
- é stato studiato e messo a punto il nuovo sistema di tensionamento composto in questo caso da un tirante a molla a trazione vincolata ad una copia di bulloni: quello superiore con la funzione di svitamento per permettere lo scorrimento del sistema; quello inferiore che mantiene in asse il sistema ed evita la possibile deformazione centrale del primo bullone. I due elementi sono mantenuti uniti tra loro grazie all' inserimento in un piccolo pezzo piatto in alluminio.

Osservazioni finali sulla tipologia di intervento

Il risultato è molto buono; dal mio punto di vista può essere considerato un punto di arrivo da sviluppare ulteriormente ed essere utilizzato su dipinti anche di grandi dimensioni ma con materiali in opera relativamente leggeri e con telai originali in buono stato, e mantenuti tali e quali senza aggiunte lignee per i loro irrobustimento (che andrebbero ad appesantire troppo la struttura)

E

2007

Un dipinto raffigurante Santa Teresa d'Avila levitante, della bottega di Luigi Miradori detto il Genovesino (Genova 1600/1610- Cremona 1654/57) casa parrocchiale di San Bassano -Cr-

Questo intervento di restauro rappresenta per me, attualmente, il sunto del concetto di intervento conservativo di un dipinto su tela e di mantenimento di una struttura lignea portante fortemente segnata dal tempo-vita .

Dimensioni: cm 194 x cm 150
Si tratta di un dipinto proveniente dalla canonica della chiesa parrocchiale di San Bassano, paese in provincia di Cremona. L'opera è stata scoperta e scelta dal dott. Mario Ma rubbi, Storico dell'Arte e Conservatore del Museo Ala Ponzone di Cremona per essere inserita tra quelle che hanno fatto parte dell'esposizione tenutasi ad Alaquas (dal 29 marzo al 1 luglio)- città spagnola a sud di Valencia gemellata con la città lombarda- che attraverso vari dipinti ha ricostruito i rapporti storici tra Cremona e la Spagna nel periodo del dominio spagnolo (1535-1713). L'ambiente di collocazione del dipinto, prima del restauro,, una stanza in buono stato,al piano superiore della casa parrocchiale, non era sfavorevole alla conservazione del manufatto, che però portava con sé i segni evidenti di un passaggio cronologico assai burrascoso dal punto di vista di conservazione ambientale. Infatti sia il dipinto che il telaio hanno sofferto in passato di una situazione con U. R. in percentuali costantemente assai elevate.

Tecnica esecutiva del telaio

Il telaio é in legno di pioppo nero con incastri angolari a un quarto di spessore o a forcella bloccati ciascuno con colla animale e due chiodi metallici entrambi di fabbricazione manuale e corpo quadrato uno con testa tonda di media grandezza e l'altro a testa piatta e di minore grandezza. E' presente una traversa verticale con incastri a tenone e mortasa a un terzo di spessore bloccati anche in questo caso da un perno ligneo ciascuno. Le assi inoltre presentavano su tutti e quattro i lati le tracce della preparazione originale passata attraverso gli interstizi della tela e la doppia chiodatura (quella provvisoria del primo tensionamento e quella definitiva).



Santa Teresa d'Avila Levitante prima del restauro (recto e verso)

Problematiche

La forte Umidità ambientale a cui l'opera ha dovuto far fronte in passato (probabilmente nell'ambiente di collocazione originale ad oggi sconosciuta) ha portato ad un generale imbiancamento della superficie del dipinto causato dal degrado delle vernici superficiali e dall'affioramento dei silicati di alluminio presenti nella preparazione a base di terra bolare sulla pellicola pittorica; inoltre la forte umidità ha deformato plasticamente anche le assi del telaio in particolare quella superiore e quella della rompitratta, di per sé già soggette ad un carico fisico maggiore rispetto alle altre.
Erano presenti anche mancanze di porzioni lignee, specialmente agli angoli dovute a colpi accidentali subiti durante spostamenti precedenti. Inoltre fori di sfarfallamento, non attivi, erano anche l'indice di un forte attacco di insetti xilofagi avvenuto in passato.



Particolari degli imbarcamenti presenti nelle assi del telaio

Osservazioni in fase operativa

Il mio intento era sin dall'inizio quello di mantenere il telaio originale in tutte le sue parti, ma come avrei potuto farlo se questo presentava tali condizioni? In un normale intervento di restauro un telaio in questo stato non

avrebbe lasciato dubbi sulla fatto che andasse sostituito con una nuova struttura ad incastri espandibili o a sistema di trazionamento anche dei più moderni ed efficaci ma pur sempre sostituendo il telaio o almeno le parti degradate plasticamente. Dopo aver meditato a lungo sulla possibilità di mantenerlo mi sono quindi orientato verso la tecnologia lignea più classica e, se vogliamo più "spartana" che viene di solito utilizzata in falegnameria per risolvere problemi di raddrizzatura di tavolame generico curvato. Era l'unica strada da intraprendere per non aggiungere nuove strutture che avrebbero comunque appesantito il telaio.

Intervento eseguito

E' stato eseguito l'intervento sul dipinto con le fasi di consolidamento degli strati pittorici, pulitura del retro della tela, chiusura delle lacerazioni e dei buchi, applicazione delle fasce perimetrali e pretensionamento su telaio interinale ad elastici, pulitura e asportazione delle vernici non originali e alterate, stuccatura, ritocco e verniciatura.

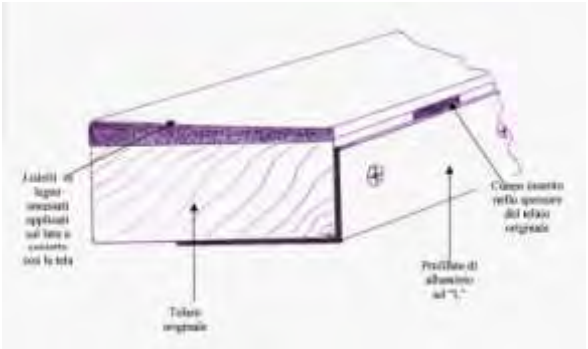


Particolari che mostrano le massellature lignee a cuneo usate per raddrizzare i legni

Telaio

Ho iniziato col lavorare sulla traversa centrale, per provare a mantenerla "annullando" il forte imbarcamento. Il rischio che stavo correndo era quello di non riuscire a portare in asse e raddrizzare il massello e avrei infine deciso per la sostituzione totale di quelle assi che portavano questo problema. Il concetto alla base del mio intervento e applicato alle tavole del telaio, è quello dell'umidificazione indotta al legno sul lato concavo, tramite impacco con stracci umidi mantenendolo poi sotto trazione con morsetti. Una volta azzerato l'imbarcamento e svincolato il legno dalla morsettatura, sono state realizzate delle scanalature a "V", nei punti dove la curvatura era più accentuata, con profondità pari a ¾ dello spessore totale del legno; all'interno di queste scanalature sono stati inseriti dei cunei lignei, con colla di tipo vinilico, con angolo di taglio identico a quello della scanalatura e sono stati ribattuti con martello per farli penetrare in profondità e permettere un ulteriore dilatazione del legno nella zona circostante. Questo movimento porta anche alla raddrizzatura forzata del massello che in quei punti non potrà più compiere il movimento di ritorno alla curvatura iniziale.

Dopo aver testato la buona riuscita del lavoro sulla traversa il sistema è stato adottato sul massello superiore e su quello verticale destro.



lo schema mostra gli elementi di irrobustimento e raddrizzatura delle assi del telaio

Il telaio a questo punto è stato rimontato nelle sue parti e sono stati applicati sul lato a contatto con la tela, dei listelli smussati in legno di pioppo in modo da evitare il contatto del tessuto con lo spigolo interno delle assi del telaio. Anche questi listelli, se pur ridotti nello spessore, (circa 0,5 cm nel punto più alto) funzionano da rinforzo.

Anche sullo spessore interno del telaio è stato applicato un profilato ad "L" in alluminio anch'esso con funzione strutturale.



Sequenza fotografica della struttura lignea restaurata e del nuovo sistema di tensionamento della tela

Il nuovo sistema di tensionamento

Si parte dal concetto utilizzato nel dipinto presentato nella terza scheda di questo articolo, quello dell'Adorazione dei pastori di Castelnuovo Bocca d'Adda, ma con la variante dell'utilizzo di una placca di trazionamento, in alluminio, lunga quanto la riquadratura di divisione di ogni singola rompitratta del telaio; quindi non più tanti singoli punti di ancoraggio ma un unico fissato alla tela originale con molle a trazione calcolate in quantità e qualità, anche in questo caso in base al carico da supportare e la tipologia di tessuto originale. Il sistema di scorrimento delle barre in alluminio è identico a quello impiegato nel dipinto di Castelnuovo e sfrutta sempre il principio dello sviamento del bullone che trascina con sé tutto il sistema a cui è ancorata la tela in modo da permetterne il suo tensionamento.

Svitando i singoli bulloni operando gradualmente su ciascuno e nella stessa misura, la barra si muove verso il centro del telaio trazionando le molle e di conseguenza la tela agganciata tramite una sottile barra piatta in alluminio inserita in ogni lato all'interno di un asola cucita perimetralmente.

Osservazioni finali sulla tipologia di intervento

Questo intervento lo considero il mio nuovo punto di partenza per sviluppare nuove tecnologie di tensionamento. Il recupero del telaio ligneo, anche su grandi dimensioni, è fondamentale e come si è visto, possibile anche in condizioni fortemente compromesse.



Santa Teresa d'Avila Levitante dopo il restauro (recto e verso)

NOTE

[1] " Tensionamento dei dipinti su tela- la ricerca del valore di tensionamento" a cura di Giorgio Capriotti e Antonio Iaccarino Idelson ed.Cardini Editore Viterbo 2004

[2] "L'adorazione dei pastori nella parrocchiale di Castelnuovo Bocca d'Adda" di Davide Parazzi in "Passione e cultura. Scritti per Tino Gipponi" a cura di Monja Faraoni ed Electa Editrice 2006

IL RIPRISTINO TESSILE DEl DIVANI "JUVARRIANI" DEL MUSEO D'ARTE ANTICA E PALAZZO MADAMA DI TORINO

Anna Maria Colombo

Storica dell'arte, consulente Museo d'Arte Antica e Palazzo Madama di Torino,
via Cavour 41, 10123 Torino, 349-5023350, amcolombo@alice.it

Abstract

L'intervento intende rendere noto lo studio che ha preceduto e poi guidato il ripristino tessile di un insieme omogeneo di undici divani barocchi (i cosiddetti divani "juvarriani") del Museo d'Arte Antica e Palazzo Madama di Torino.
Distinti in diverse misure (4 con otto gambe, 3 con dieci gambe, 2 angolari destra/sinistra con sette gambe, 2 con otto gambe e piccola fiancata destra/sinistra) i divani sono caratterizzati da un alto schienale a motivi *rocaille* e volute intrecciate, intagliato "a giorno"e dorato solo nella parte anteriore, mentre nella posteriore il legno al naturale è appena sgrossato. I sedili presentavano una seduta rigonfia rivestita di un velluto esecuzione recente e malconcio. Lo studio si poneva come scopo l'analisi di tutte le loro componenti tessili (rivestimento esterno, fodera interna, imbottitura, cinghiatura), delle loro caratteristiche tecniche come del loro modo d'impiego, così da distinguere le parti originali dalle aggiunte successive e ricostruire la sequenza dei rivestimenti.
Il risultato principale è stato il ritrovamento in tutti gli undici esemplari, di minuscoli frammenti del tessuto originario, un velluto unito di seta di colore cremisi. Ciò consente di ribadire l'originalità di tutti i pezzi (in precedenza discussa) e di verificare l'ipotesi - già formulata da Vittorio Viale in occasione della mostra del Barocco Piemontese (1963) - che si tratti dell'arredo della sala del trono (*Camera di Parata*) del Palazzo, ossia del fulcro cerimoniale dell'appartamento al piano nobile abitato dalle Madame Reali di Savoia e descritto puntualmente nell'inventario del 1714, redatto alla morte della seconda di esse, Maria Giovanna Battista Savoia-Nemours, madre di Vittorio Amedeo II.
Sebbene di proporzioni esigue e alterati dal tempo, i frammenti del velluto originale presentano un pelo fitto e alto e una qualità cromatica speciale, dovuta all'impiego di tre filati di seta di diverso colore, rosso, verde e rosa.
Questi aspetti di preziosità, hanno indotto i curatori a scartare, non solo la soluzione di ricorrere per il nuovo rivestimento dei divani ad un velluto in "seta pura" di colore e peso simile all'originale prodotto su telaio meccanico e già disponibile sul mercato, ma anche quella di adottare un manufatto fabbricato a mano per mezzo di un telaio già predisposto. La scelta intrapresa è stata invece quella di procedere alla ricostruzione puntuale del velluto a partire dall'allestimento del telaio idoneo, le cui peculiarità sono desumibili unicamente dai frammenti stessi.
Il risultato è stato sorprendente. Il velluto ottenuto è plastico e possiede una qualità cromatica rara: luminoso e cupo allo stesso tempo. E' il medesimo velluto che, drappeggiato, si ammira nella ritrattistica rinascimentale e barocca.

Introduzione

I divani cosiddetti "juvarriani", del Museo d'Arte Antica e Palazzo Madama di Torino, sono un insieme omogeneo di undici esemplari barocchi di varie misure (4 con otto gambe, 3 con dieci gambe, 2 angolari destra/sinistra con sette gambe, 2 con otto gambe e piccola fiancata destra/sinistra) caratterizzati da un alto schienale a motivi *rocaille* e volute intrecciate, intagliato "a giorno" e dorato solo nella parte anteriore (fig. **1**), mentre nella posteriore il legno al naturale è appena sgrossato (fig. **2**). Nell'ultima sistemazione museale, prima della chiusura dovuta ai lavori di restauro e ristrutturazione impiantistica avvenuta nel 1988, otto divani, addossati alle pareti e rivestiti di un velluto bordò di fattura recente, occupavano al piano nobile del Palazzo il "Salone delle Feste" e i rimanenti tre, rivestiti di un velluto simile al precedente, ma verde, trovavano posto in un vano più piccolo denominato allora "Sala pre-Cignaroli" **[1]**. La decisione dei curatori attuali di confermare nel nuovo allestimento la collocazione dei divani nel "Salone delle Feste", divenuto l'ambiente destinato ad una selezione di pezzi illustranti la ricchezza del mobilio e dell'ebanisteria barocche, si è accompagnata alla programmazione del loro restauro integrale sia ligneo, sia tessile **[2]**.



Figura 1. Divano a otto gambe e piccola fiancata laterale sinistra (1310/L), prima del restauro



Figura 2. Divano a otto gambe e piccola fiancata laterale sinistra (1310/L), parte posteriore

Nell'ambito del restauro dei materiali tessili costituenti i sedili (rivestimento esterno, fodera interna, imbottitura, cinghiatura), i quesiti da affrontare erano parecchi. A cominciare dal più evidente, la scelta del tessuto sostitutivo dei mediocri e ormai usurati velluti bordò e verde che immiserivano i divani. Non meno importante per l'aspetto

dei divani, per la loro corretta "linea", si presentava la verifica dello spessore conferito all'imbottitura. Il sospetto era che non corrispondesse all'originale. La preziosità dei mobili in questione rendeva dunque necessaria l'analisi di tutti le componenti tessili, delle loro caratteristiche materiche, come del loro modo d'impiego, così da distinguere le parti originali dalle aggiunte successive e ricostruire, se possibile, la sequenza dei rivestimenti che nei tre secoli di vita i divani dovevano aver sopportato.

Analisi tecnica dei materiali: i tessuti di rivestimento

Gli otto divani (inv. 1306/L-1313/L) situati nell'ultimo allestimento museale (prima della chiusura del Palazzo) nella "Sala delle Feste" o sala VI del primo piano, di cui tre a dieci gambe, tre a otto gambe, due a otto gambe e piccola fiancata laterale, presentavano il sedile rivestito di un velluto colore bordò (a), supportato da uno strato d'ovatta e fissato alla struttura lignea tramite dei chiodi. I quali, in tutti i divani ad esclusione di uno (inv. 1306/L), risultavano infissi in prossimità delle borchie dorate che, in fila serrata, fermavano il rivestimento sottostante costituito da un velluto di seta colore rosso carminio (b).
Nel caso del divano 1306/L il velluto bordò nascondeva un velluto di seta colore rosso lacca (b1), rifinito da un galloncino bordò (0,5 cm) inchiodato al legno.
Mentre il primo velluto (a) presentava un discreto stato di conservazione in tutti gli esemplari, il secondo (b, b1) risultava essere in avanzato stato di degrado, tanto da polverizzarsi al tatto.
Rimossi entrambi i rivestimenti e lo strato d'ovatta frapposto è apparsa una fodera di tela che inchiodata all'intelaiatura copre il materiale d'imbottitura.
I tre divani (inv. 1167/L-1169/L) provenienti dalla sala pre-Cignaroli o sala III del primo piano di cui uno ad otto gambe e due angolari a sette gambe presentavano il sedile rivestito di un velluto colore verde (a1) assicurato alla struttura lignea tramite una fitta serie di graffe e rifinito da un gallone in tinta (0,5 cm), fermato da borchie dorate, distanziate fra loro circa 2 cm.
Rimosso dai sedili il velluto sbiadito ed ingrigito e lo strato d'ovatta sottostante, è apparsa una fodera di tela simile a quella dei precedenti divani.

Analisi tecnica dei materiali: la fodera interna

Comune all'insieme degli undici divani, la copertura di tela ha un aspetto variante nei diversi esemplari, in ragione della modalità di confezione, della qualità del tessuto impiegato e dello stato di conservazione. Sulla base di tali elementi è possibile distinguere tre gruppi.
Un primo (1169/L, 1312/L, 1308/L, 1309/L, 1306/L) nei quali la tela ha un intreccio piuttosto rado, ad eccezione del 1306 /L che presenta una tela uniforme e più fitta, e laddove compaiono delle cuciture di giunzione esse sono realizzate a macchina. Lo stato di conservazione è per tutti discreto.
Un secondo (1307/L, 1310/L) in cui ad una tela simile alla precedente, poco fitta, sono uniti ritagli differenti e le giunzioni risultano eseguite sia a macchina che a mano; lo stato di conservazione è mediocre/cattivo.
Un terzo (1167/L, 1168/L, 1311/L, 1313/L) caratterizzato dall'impiego prevalente di tela di lino e dalla presenza di cuciture a mano; lo stato di conservazione è per lo più pessimo.

Tracce di un rivestimento in damasco

In alcuni divani appartenenti al secondo e terzo gruppo la fodera interna (poco o per nulla trasformata) tratteneva dei minuscoli frammenti di damasco di seta colore rosso carminio (c). Parte di questi lacerti, rimossi, (1307/L, 1311/L, 1313/L), si trovavano a ridosso dello schienale, laddove le volute intagliate si raccordano con le gambe posteriori e l'inchiodatura avvalla il piano imbottito del sedile. Altri lasciati *in situ* sono invece situati nella parte frontale dei sedili (1167/L, 1311/L). A occhio nudo questi ultimi hanno l'aspetto di rammendi eseguiti in modo incongruo con del filato rosso. Questo effetto è dovuto al fatto che i fili d'ordito del damasco quasi del tutto scomparsi lasciano le trame slegate, quindi distanziate l'una dall'altra. Evidentemente si dovette rimediare alla consunzione del damasco, fermandolo con punti ad ago direttamente sulla tela di fondo. Cosicché in seguito, quando l'ormai malandato rivestimento venne eliminato, la piccola porzione di tessuto rammendato non ne seguì la sorte. Infine dei residui di damasco trattenuti da chiodi confitti nel legno dell'intelaiatura si sono rinvenuti nei divani 1306/L, 1309/L, 1312/L.

Lo stratificarsi delle imbottiture

Lasciata *in situ* la copertura in tela ci si è limitati a togliere per brevi tratti i chiodi così da sollevarla e poter scorgere il materiale d'imbottitura. Sostenuta al fondo del sedile da un intreccio di cinghie di canapa (larg. 5 cm) l'imbottitura presenta caratteristiche simili in nove divani (1167/L, 1168/L, 1306/L, 1307/L, 1308/L, 1310/L, 1311/L, 1312/L, 1313/L).

In essi si osserva (procedendo dalla superficie, quindi immediatamente al di sotto della tela) uno spessore di circa 3.5 cm. di crine e paglia pressati, a cui corrispondono dei tasselli di legno situati al fondo dello schienale, dove le volute s'innestano sulle gambe. Questo strato d'imbottitura poggia su uno strato precedente, un poco più basso (circa 2.5 cm) formato da paglia pressata coperta da una tela di juta. I due strati sono uniti tramite dei radi e ampi punti di spago. Differiscono dai precedenti i due divani n. 1169/L e 1309/L in quanto manca lo strato di paglia pressata e la tela di juta appare al medesimo livello dell'intelaiatura di legno del sedile.

Tracce di un rivestimento in velluto cremisi

Dei chiodi infissi nel legno del sedile, sia al di sopra delle modanature anteriori e laterali che nella traversa posteriore, trattenevano minuscoli frammenti (il maggiore misura 4,5 x 1 cm.) di un velluto di seta di colore cremisi (d). Tali residui sono stati ritrovati in tutti i divani e rimossi **[3]**.

Riepilogo dei tessuti di rivestimento

(a) Velluto tagliato unito, bordò: XX sec. (post 1972).
(a1) Velluto tagliato unito, verde: XX sec. (post 1972).
(b) Velluto tagliato unito, rosso carminio: ordito in seta gialla, trame in seta gialla e rossa: inizio XIX sec .
(b1) Velluto tagliato unito, rosso lacca, ordito in seta nocciola, trame in seta nocciola e rossa: XIX sec.
(c) Damasco classico in raso da 5, ordito e trama in seta rossa, cimosa (altezza non rilevabile) formata da righe verdi e gialle: seconda metà del XVIII sec.
(d) Velluto di seta tagliato unito cremisi, *taffetas derivé*, ordito di fondo verde, ordito di pelo cremisi, trama rosa: fine XVII- inizio XVIII sec.

Ai fini del ripristino tessile dei divani, l'elemento più rilevante emerso dallo studio, consiste nel ritrovamento, in tutti gli esemplari della serie, di minuscoli frammenti di un *velluto di seta tagliato unito* di colore cremisi le cui caratteristiche tecniche lo confermano essere il tessuto di rivestimento originale (***d***) (fig. **3**).



Figura 3. Frammento del velluto originale (1167/L)

Questo velluto si stendeva su di un sedile piuttosto piatto. L'indagine ha infatti dimostrato che in tutti gli esemplari allo spessore iniziale ne è stato aggiunto un secondo, probabilmente nella seconda metà del XVIII secolo, allo scopo di conferire nuovo volume ai sedili rinnovati con fodera di damasco di cui si sono rinvenuti dei minuscoli residui (***c***) (fig. **4**). La primitiva imbottitura risulta realizzata secondo le regole e con i materiali che si trovano descritti ed illustrati alla voce *Tapissier* dell'*Encyclopédie;* in particolare è confrontabile con la *banquette* la cui fabbricazione è illustrata alla tavola XIV: sopra un intreccio di cinghie di canapa ben tese, poggia un primo strato di crine coperto da una tela, quindi un secondo strato di crine, infine assicurata tramite delle borchie dorate, la stoffa di copertura **[4]**.



Figura 4. Frammento di un rivestimento in damasco

Il rifacimento del velluto cremisi

Dal punto di vista tecnico nei velluti si distinguono un *fondo* ed un *pelo.* Il primo nasce dall'intreccio dall'ordito con la trama. Il secondo invece si deve a un ordito supplementare che tramite l'inserimento regolare di sottili ferri crea delle anelline le quali recise formano quei particolari ciuffetti la cui fittezza e altezza determinano la qualità stessa del tessuto. Per solito, l'ordito di fondo ha il medesimo colore dell'ordito destinato a formare il pelo, mentre la trama nei velluti cremisi è di colore neutro, perlopiù giallo paglierino o nocciola **[5]**. Nel caso invece dei frammenti ritrovati, si osserva un ordito di fondo verde intrecciato ad una trama rosa, mentre il cremisi è riservato all'ordito di pelo **[6]**. La raccolta tessile di Palazzo Mocenigo a Venezia conserva diversi frammenti di velluto cremisi fra cui uno (n. 672, D/ 276) realizzato in modo simile al nostro, ossia con un ordito di fondo verde: l'esemplare è datato XVII secolo. Un ulteriore particolarità che si nota nel nostro caso è l'altezza del pelo, maggiore che nei velluti storici più conosciuti.
Questi elementi di preziosità che i frammenti pur nelle loro esigue dimensioni e nelle loro non buone condizioni di conservazione ancora mantengono, hanno indotto i curatori del Museo a scartare non solo la soluzione di ricorrere per il nuovo rivestimento dei divani a un velluto in "seta pura" di colore e peso simile all'originale prodotto su telaio meccanico e già disponibile sul mercato, ma anche quella di commissionare un esemplare da fabbricarsi con un telaio manuale già predisposto. In entrambi i casi il risultato sarebbe al di sotto dell'originale. La scelta intrapresa è stata invece quella di procedere alla ricostruzione fedele del velluto su un telaio a mano il cui montaggio si sarebbe ricavato dalle caratteristiche tecniche dei frammenti stessi. Parallelamente all'allestimento del telaio e alla ricerca dei ferri idonei ad ottenere la giusta altezza del pelo si è dato avvio all'analisi delle caratteristiche dei filati serici (titolo e torsione) e quindi alle prove di tintura con il fine di avvicinarsi il più possibile all'originale: verde petrolio l'ordito di fondo, rosa salmone per la trama, e cremisi in due gradazioni per l'ordito di pelo **[7]**.
Il risultato è stato sorprendente. Il velluto ottenuto è plastico e possiede una qualità cromatica rara: esso è luminoso e cupo allo stesso tempo. E' il medesimo velluto che, drappeggiato, si ammira nella ritrattistica rinascimentale e barocca.
L'incarico di tessere i sessanta metri di velluto necessari a foderare gli undici divani è stato assunto personalmente da Franz J. Ippoldt , direttore tecnico della Fondazione Lisio di Firenze **[8]**, autore di esemplari rifacimenti di tessuti antichi quali il "velluto giardino" del Castello di Nymphenburg a Monaco di Baviera **[9]**.

La vicenda critica e l'inventario dell'appartamento reale del 1724

I divani entrano a far parte del patrimonio museale in momenti diversi: nel 1899, tre anni dopo la nascita del Museo vi approdano, emergendo dal buio dei magazzini municipali i primi tre, la coppia angolare ed uno degli esemplari a otto gambe (1167/L,1168/L,1169/L) **[10]**. L'arrivo degli altri sette divani (da 1307/L a 1313/L) dovrebbe invece datare al 1908; anch'essi provenienti dai fondi municipali **[11]**. Nel 1961 il museo acquista dall'antiquario Pietro Accorsi l'undicesimo esemplare (1306/L) **[12]** (probabilmente uscito dal Palazzo in epoca

napoleonica insieme al quarto divano a dieci gambe che resta tuttora disperso), sicché si ricostituisce la coppia speculare dei divani a otto gambe e piccola fiancata.
L'aggettivo "juvarriani" si deve a Luigi Mallè, il quale nel catalogo del Museo (1972) li attribuiva a intagliatori torinesi piemontesi su disegno di un giovane Filippo Juvarra (1715 ca.) **[13]**. Invece era stato Vittorio Viale, in occasione della mostra del Barocco Piemontese (1963), ad interrogarsi sull'originaria collocazione dei divani e a formulare l'ipotesi che fossero stati eseguiti per la sala del trono di Madama Reale a Palazzo Madama **[14]**. Ipotesi rafforzata dalla presenza nella medesima mostra - e appartenente anch'essa al Museo Civico- di una balaustra di trono formata da tre transenne dorate, uguali nell'intaglio e nel disegno agli schienali dei divani, per cui, come affermava Viale, "è da credere che nella stessa sala dei sofà si trovasse il trono della duchessa Maria Giovanna Battista a Palazzo Madama" **[15]**. Ciononostante, la proposta di riconoscere nel recinto quasi integro dei sedili e nella balaustra di trono l'arredo della sala del trono di Palazzo Madama non ha avuto seguito, probabilmente in ragione del fatto che la prima operazione necessaria, vale a dire la verifica del coincidere del perimetro della sala con quello del recinto ligneo, era resa incerta dal fatto che nel 1927-1928 al piano nobile del Palazzo si erano conclusi dei lavori che ne avevano più che raddoppiata l'estensione primitiva dando così luogo alla "Sala delle Feste" **[16]**.
L'acquisizione e lo studio di un documento d'archivio, un inventario patrimoniale redatto nel 1724 dopo la morte della seconda Madama Reale su commissione del figlio Vittorio Amedeo II, nel quale si elencano gli arredi dell'appartamento di cui la sala del trono costituiva il fulcro cerimoniale, consente ora verificarne il contenuto e dedurne almeno approssimativamente la sua ampiezza.
Denominata nell'inventario "Camera di Parata" **[17]** essa è tappezzata in cuoio rosso con fiori d'oro e in velluto cremisi bordato di un gallone dorato. Con il medesimo velluto sono rivestite due portiere ed è confezionato il baldacchino con coda e tre doppie mantovane. Nella stanza vi sono "dodici banche con sue coperte di detto veluto [cremesi] guarnite di frangia mezzana d'oro da tre parti, senza passamano", una "cadrega a braccio" con la sua coperta del medesimo velluto, un tappeto di "Savoneria" posto all'interno di un balaustro, quattro ridò, ossia due coppie di tende di damasco bianco rifinite d'oro. Durante la stagione estiva il velluto cremisi è sostituito da damasco nero con fiori d'oro, cosicché troviamo "dodici coperte di banche di detta stoffa guarnite di frangia mezzana d'oro attorno". In quanto ai ridò divengono d'ormesino bianco **[18]**.
Il termine lessicale "banca" non deve stupire in quanto nel medesimo contesto è chiamata "cadrega a braccio" quello che non può essere che il trono. Inoltre, come hanno mostrato le analisi delle imbottiture, l'aspetto a sofà che i divani esibivano si deve ad una modifica successiva e dunque i sedili in origine si presentavano alquanto più piatti. Il numero dei pezzi concorda, poiché l'insieme si poteva presumere pari così da disporsi in modo speculare lungo le pareti. Inoltre, come si è già anticipato, l'inventario fornisce, se pur non direttamente, le misure delle stanze, in quanto, allorché si descrive il tipo di tappezzeria impiegata per il rivestimento delle pareti, si indica anche numero delle tele. Moltiplicando il loro numero per la larghezza (ca. 60 cm: ogni tela corrisponde a un raso) è stato possibile tracciare il perduto perimetro della Camera di Parata **[19]**. Occorre aggiungere che l'inventario, in capitoli diversi da quello da cui sono tratte le descrizioni sopra esposte (le quali appartengono alla ricognizione riguardante i preziosi manufatti tessili e le passamanerie, affidata a Carlo Antonio Barello *guardamobili* e tappezziere di Madama Reale), registra la presenza di due arredi che vanno ad occupare dello spazio lungo le pareti e dei quali occorrerà tener conto nel ricostruire l'originaria disposizione dei sedili nella Camera di Parata. Si tratta di un elaborato "ornamento da fornello" intagliato e dorato con specchiera e di una seconda specchiera posta sopra un tavolo da muro di ebano e argento. Supponendo di disporre il tavolo con la specchiera di fronte al camino, la piantina (fig. **5**) **[20]** dimostra la perfetta corrispondenza dei divani alle pareti della camera. La giustezza della disposizione è confermata anche dal fatto che in questo modo si chiarisce l'insolita forma della coppia di divani a otto gambe e fiancata laterale: questa fiancata è addossata al muro, nei due angoli a lato delle finestre, in modo tale che la parete di fondo risulti interamente occupata, con il divano centrale tra le finestre, dal gioco d'intaglio dorato degli schienali.

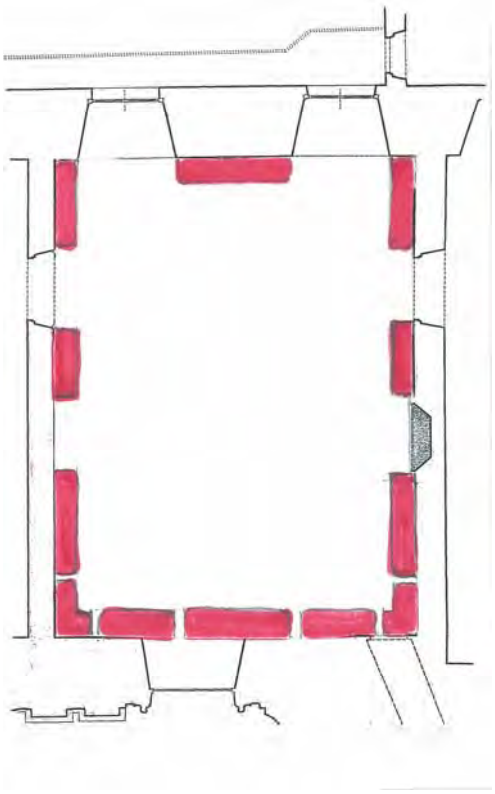


Figura 5. Disposizione dei divani nella Camera di Parata

In quanto alla posizione del trono esso non poteva che trovarsi entro il recinto dei divani, poiché la balaustra, che ancora si conserva, ha tre lati chiusi. Infine la preziosità del velluto, restituita in modo parziale dai frammenti, ha avuto modo di dispiegarsi con il rifacimento fedele del tessuto così da rendere evidente il fatto che esso non era inferiore in bellezza e qualità all'intaglio ligneo. In quanto alla manifattura che produsse il velluto, con tutta probabilità fu locale. All'epoca del governo di Giovanna Maria Battista era attiva a Torino un'importante industria serica che si avvaleva degli innovativi filatoi "alla bolognese" e si apprestava a piazzare i propri prodotti sul mercato estero **[21]**.
In conclusione il ritrovamento in tutti i divani dei minuscoli frammenti del tessuto originario ha consentito di provare l'originalità di tutti i pezzi e, anche attraverso la concordanza con l'inventario e la ricostruzione grafica della disposizione dei mobili, a mio giudizio la loro appartenenza, precedentemente discussa, alla Camera di Parata di Palazzo Madama. Ciò è tanto più interessante in quanto si tratta di uno dei pochissimi arredi superstiti degli appartamenti reali del Palazzo.

NOTE

[1] Nell'allestimento attuale il nome dell'ambiente è "stanza dei Fiori".
[2] Lo studio, preliminare al restauro, dei materiali tessili di rivestimento e imbottitura dei divani "juvarriani" è stato disposto dalla fondazione Torino Musei (direttrice del Museo d'Arte Antica e Palazzo Madama, dott.ssa Enrica Pagella; direttrice dei lavori, dott.ssa Clelia Arnaldi). I risultati tecnici e lo studio storico-critico sono esposti in A. M. Colombo, *Tessuti di rivestimento e materiali d'imbottitura della serie di undici divani "juvarriani" di Palazzo Madama*, ottobre 2004, dattiloscritto, tot. pp. 19, depositato presso gli uffici della Fondazione.
[3] Si sono inoltre rinvenute e rimosse altre tracce tessili: minuscoli resti di un velluto di seta colore rosso-violetto (1308/L, 1310/L, di un tessuto semplice di lana colore bordò (1307/L, 1308/L, 1312/L) e di cordoncini giallo-rosa (1311/L).
[4] *Encyclopédie ou Dictionnaire des sciences, des arts et des mètiers… par M. Diderot et M. D'Alambert*, Lucca, 1758-1771.
[5] Per una trattazione sull'argomento si veda E. Bazzani, *Velluti di seta*, in Devoti, Romano, 1981, pp. 81-119.
[6] Il velluto, la cui armatura risulta essere una variante del *taffetas* presenta la seguente riduzione (rilevata da F. J. Ippoldt): pelo, fondo, trama in seta; 18 fili di pelo al cm., 18 di fondo al cm., 16 ferri al cm.

[7] I filati serici sono stati acquistati dalla ditta Pessina di Milano, mentre per le operazioni di tintura ci si è rivolti alla ditta Serena di Como. I coloranti impiegati - di tipo reattivo- sono quelli che garantiscono la maggior solidità alla luce.
[8] Marabelli, Venturi , 2006, p. 102.
[9] A. M. Colombo, *Il "velluto a giardino"del Castello di Nymphenburg a Monaco di Baviera: una ricostruzione esemplare*, in *Jacquard*, n. 59/2006, pp. 3-4.
[10] Nelle tre corrispondenti schede dell'*Inventario dei beni museali* (Città di Torino, 1988) alla voce *acquisizione* si legge: "Passaggio di locazione dai magazzini del Municipio. Gennaio 1899".
[11] Nelle sette schede museali (*Inventario,* 1988) alla voce *iscrizioni* si registra la presenza di un'etichetta cartacea con lo stemma della città e la seguente scritta: "Città di Torino Registro Imprestiti N°. 15 vedi verbale consegna 16 Novembre 1908".
[12] Nella scheda museale (*Inventario,* 1988) alla voce *acquisizione* si legge: "Acquisto dall'antiquario Pietro Accorsi. Delibera 1961, pag. 648, punto 11".
[13] Mallè, 1972, pp.135 -139, figg. 176 -182. La bibliografia specifica precedente il catalogo museale (ed in esso indicata) si limita alla pubblicazione di un solo esemplare di divano.
[14] Viale, 1963, vol. I, tav. 39: immagine fotografica d'insieme della sala 3; vol. III, tav. 116: immagine fotografica del divano 1306/L (Accorsi) e didascalia.
[15] Viale, 1963, vol. I, tav. 250: immagine fotografica di una delle tre fiancate che compongono la balaustra e didascalia.
[16] Mallè, 1970, vol. I, pp. 156 -161.
[17] Filippi, 2005, pp. 134-135. Nel volume è contenuta la trascrizione integrale dell'inventario del 1724.
[18] Tessuto di seta leggero, in origine importato da Ormus nel golfo Persico.
[19] Filippi, 2006, p. 34 e pp. 86 - 87.
[20] La piantina della Camera di parata è tratta da Filippi, 2006, p. 86.
[21] Massabò Ricci, Merlotti, *In attesa del duca: reggenza e principio del sangue nella Torino di Maria Giovanna Battista*, in Romano 1993, pp. 121-171.

BIBLIOGRAFIA

1. Bazzani Elisabetta, *"Velluti di seta"*, in Devoti, Romano 1981, pp. 81-119.
2. Devoti Donata, Romano Giovanni (a cura di), "*Tessuti antichi nelle chiese di Arona"*, Catalogo della mostra, Ages Arti Grafiche, Torino 1981.
3. Marabelli Paola, Venturi Serena, *1906-2006."Cento anni di tessuti"*, Gruppo Editoriale, Firenze 2006.
4. Mallè Luigi, "*Mobili e arredi lignei. Arazzi e bozzetti per arazzi"*, Torino 1972,
5. Viale Vittorio, *"Mostra del Barocco Piemontese"*,Catalogo della mostra, 3 voll., Città di Torino, Torino 1963.
6. Mallè Luigi, "*Palazzo Madama"*, 2 voll., Torino 1970.
7. Filippi Francesca, "*Gli appartamenti delle Madame Reali di Savoia. 1664 e 1724"*, Museo Civico d'Arte Antica e Palazzo Madama,"Quaderno 3", Torino 2005.
8. Massabò Ricci Isabella, Merlotti Andrea, "*In attesa del duca: reggenza e principio del sangue nella Torino di Maria Giovanna Battista"*, in Romano 1993, pp. 121-171.
9. Romano Giovanni (a cura di), "*Torino 1675-1699. Strategie e conflitti del Barocco"*, Cassa di Risparmio di Torino, Torino 1993.

TRACCE DI CULTURA DEVOZIONALE SPAGNOLA NELLA PALERMO DEL '600: STUDIO E RESTAURO

Mauro Sebastianelli [*], Maria Letizia Amadori[**], Sara Barcelli[**], Mara Camaiti[***], Antonella Maccotta[****] Franco Palla[*****], Antonio Tognazzi[****]

[*]Crimisos Società Cooperativa, Via Catania 51, 90141 Palermo, maurosebastianelli@hotmail.it
[**]Istituto di Scienze Chimiche, Piazza Rinascimento 6, 61029 Urbino, m.letizia@uniurb.it
[***]ICVBC – CNR, Via Madonna del Piano, 50019 Sesto Fiorentino (FI), m.camaiti@icvbc.cnr.it
[****]Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche e dei Biosistemi, Via Aldo Moro, 53100 Siena, maccotta@unisi.it
[*****]Laboratorio Biologia Molecolare, Dipartimento di Scienze Botaniche 38, Via Archirafi, 90123 Palermo, fpalla@unipa.it

Abstract

Oggetto di studio e restauro è una scultura lignea interamente dorata e dipinta, con funzione processionale, che raffigura la Madonna di Monserrato, il cui culto è collegato al noto Santuario annesso al Monastero dei Benedettini di Montserrat, vicino Barcellona. Di particolare interesse si è rivelato lo studio della tecnica esecutiva di quest'opera, anche perché la scultura lignea siciliana, in particolare quella eseguita dal Rinascimento al Barocco, è a tutt'oggi poco studiata, o comunque affrontata in maniera dispersiva e non sistematica.
La Madonna, frontale e assisa, ostende il Bambino Gesù adagiato tra le ginocchia e perfettamente contenuto entro la sua sagoma, riprendendo una specifica tipologia iconografica bizantina. L'opera non rivela aspetti puramente localistici e provinciali, ma pare essere frutto di una molteplicità di influenze, come è norma in ambito mediterraneo.
La statua è giunta a noi in un discreto stato di conservazione e il restauro si è svolto avendo riguardo di alcuni fondamentali criteri operativi del restauro scientifico e del minimo intervento. Le fasi del restauro sono state supportate da numerose indagini chimico-fisiche e biologiche dell'apparato scultoreo, eseguite su frammenti di materiale originale prelevati dalle lacune del manufatto.
I campioni sono stati sottoposti alle seguenti indagini:
• osservazioni al microscopio ottico (MO) in luce riflessa su sezioni lucide per identificare la stratigrafia e i materiali pittorici;
• osservazioni morfologiche su sezioni lucide mediante SEM e analisi in microsonda (EDS) per conoscere la composizione dei singoli strati pittorici;
• analisi in diffrattometria di raggi X (XRD) su polveri, per individuare la composizione mineralogica principale degli intonaci e degli strati pittorici;
• spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) per la caratterizzazione degli intonaci e degli strati pittorici;
• spettrometria di massa di ioni secondari con analizzatore a tempo di volo (ToF-SIMS) per l'analisi elementare del materiale pittorico;
• indagini microscopiche (SEM), microbiologiche (colture *in vitro*) e molecolari (reazione a catena della polimerasi, PCR) per la valutazione del degrado biologico.
I risultati derivanti dall'applicazione coordinata dei metodi d'indagine scientifica hanno permesso di trarre utili informazioni sulle tecniche di esecuzione del supporto e della pellicola pittorica, nonché di chiarire gli aspetti relativi allo stato di conservazione.
Il fine dell'intervento di conservazione e restauro è stato quello di restituire una lettura corretta e coerente dell'opera, attraverso il recupero cromatico e strutturale che il manufatto possedeva originariamente.
Oggi la Madonna di Monserrato, esposta presso il Museo Diocesano di Palermo, riscopre la sua originaria bellezza grazie alla rimozione degli strati di sostanze filmogene e delle ridipinture successive, nel rispetto però delle antiche patine.

Introduzione

La tecnica esecutiva della scultura lignea siciliana, e in particolare quella eseguita dal Rinascimento al Barocco, è a tutt'oggi poco studiata, o comunque affrontata in maniera dispersiva e non sistematica [1-3]. Gli studi effettuati negli ultimi anni vanno sempre più confermando l'ipotesi che la lavorazione artistica in tale periodo sia stata fortemente influenzata dalle componenti artistiche importate dalla dominazione spagnola.
La scultura, oggetto di questo studio e restauro, raffigura una Madonna frontale assisa, che ostende il Bambino Gesù adagiato tra le ginocchia e perfettamente contenuto entro la sua sagoma, riprendendo uno specifico tipo

iconografico bizantino. Essa non rivela aspetti puramente localistici e provinciali, ma pare essere frutto di una molteplicità di influenze, come è norma in ambito mediterraneo [4].

Descrizione dell'opera

La statua (**Figura 1**), interamente dorata e dipinta, si presenta poggiata su un plinto a base esagonale, alto 33,45 cm sul *verso* e 25,15 cm sul *recto*, irregolarità che potrebbe spiegarsi con una correzione prospettica, appositamente introdotta per facilitarne la lettura dal basso. Risulta infatti che il simulacro fosse originariamente collocato in una nicchia a volta semicircolare, nell'abside dell'eponima chiesa nei pressi del *Castello a mare* di Palermo. Sul *verso* del trono, in un secondo momento databile a fine XVII secolo, è stato dipinto su tela il monastero-santuario di Montserrat, luogo di culto della Madonna, ai piedi di un monte dalle cime aguzze simbolicamente tagliate da una sega retta da angeli, da cui il toponimo.



Figura 1. Statua raffigurante la Madonna di Monserrato

La statua, oggi esposta in una sala del Museo Diocesano di Palermo, vi fu trasferita a seguito del bombardamento americano del 9 maggio del 1943, che distrusse la chiesa omonima, suo luogo d'origine.
Il culto di Monserrato nasce in Spagna, in particolare in Catalogna, ed è collegato al noto Santuario annesso al Monastero dei Benedettini fondato nel 1030 e sito tra le montagne rocciose di Montserrat, località nei pressi di Barcellona. Nel XVII secolo il monastero spagnolo dei Padri Benedettini, ormai cresciuto d'importanza, cominciò a fondare in varie città degli ospizi in grado di ospitare i Benedettini stessi.

Indagini scientifiche e valutazione dello stato di conservazione

Le fasi del restauro sono state supportate da numerose indagini chimico-fisiche e biologiche dell'apparato scultoreo e da indagini non invasive di superficie. L'applicazione coordinata dei metodi d'indagine scientifica ha permesso di trarre utili informazioni sulle tecniche di esecuzione del supporto, della pellicola pittorica e di chiarire gli aspetti relativi allo stato di conservazione. La campionatura è stata effettuata prelevando frammenti di materiale originale dalle lacune del manufatto ed esaminando i frammenti anche per il riconoscimento dell'essenza lignea impiegata, identificata come pioppo (*Populus sp.*).
Tra le indagini eseguite, l'esame radiografico ha rivelato importanti informazioni relative al trono, in buona parte ricostruito ed ingrandito nella porzione superiore dello schienale, intervento confermato dalla presenza di numerosi chiodi di fattura recente, leggibili dalla lastre radiografiche.
La statua è giunta a noi in un discreto stato di conservazione. L'intera superficie era interessata da un omogeneo strato di depositi superficiali (quali polvere e residui di cera) e da una generale alterazione cromatica, dovuta all'ingiallimento delle vernici. Il supporto ligneo non presentava gravi deformazioni e le parti assemblate risultavano ancora ben adese fra loro; le uniche lesioni di origine meccanica interessavano la parte inferiore del simulacro: in particolare, alcune fratture da ritiro erano presenti sulle ginocchia della Madonna e sul basamento. Solo la mano sinistra del Bambino evidenziava mancanze nel supporto ligneo. Oltre al citato strato di polvere, la statua presentava una massiccia presenza di sgocciolature di cera, concentrate nel basamento, nelle parti inferiori

della veste della Madonna, e sul *verso*, riconducibili alla presenza di candele, attorno alla nicchia dove era collocata l'opera *in situ*. La doratura presentava superficialmente una crettatura diffusa, dovuta all'invecchiamento delle vernici soprammesse. Le lacune presenti, di piccola e media entità, erano concentrate sugli incarnati e lungo le fessure. Inoltre, la superficie pittorica era soggetta ad una diffusa alterazione cromatica dovuta all'ingiallimento delle vernici protettive.

Interventi di restauro

Il fine dell'intervento di conservazione e restauro è stato quello di restituire una lettura corretta e coerente dell'opera, attraverso il recupero cromatico e strutturale che il manufatto possedeva originariamente [5].
Considerato il discreto stato di conservazione, le uniche operazioni di intervento relative al supporto sono state quelle riguardanti le fasi di riadesione e la successiva stuccatura di alcune parti. La fase della pulitura del manufatto è risultata particolarmente laboriosa a causa della delicata tecnica di esecuzione; pertanto, nel complesso, la pulitura è stata eseguita mediante l'utilizzo di solventi organici polari ad azione blanda che, rimuovendo la pellicola filmogene, non sono andati ad intaccare la delicata foglia di argento e le finiture in gommalacca [6]. Le prime fasi della pulitura sono state caratterizzate dall'asportazione meccanica degli strati di cera con termocauterio impostato a 60° C e panni assorbenti di cellulosa, in alcuni tratti facendo ricorso alla rimozione meccanica con bisturi. La superficie dipinta, è stata trattata successivamente con solventi quali Alcool Isopropilico sia a tampone che ad impacchi e Alcool Benzilico a tampone. La rimozione delle sostanze solubilizzate è stata effettuata mediante White Spirit a tampone.
Il restauro è stato effettuato nel 2006 dalla CRIMISOS Società Cooperativa nell'ambito del corso triennale per "Collaboratore restauratore dei BB.CC.", sotto l'alta sorveglianza della Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo e con la direzione dei lavori del dott. Pierfrancesco Palazzotto, vicedirettore del Museo Diocesano di Palermo.

Materiali e metodi

Sono stati osservati ed analizzati sei campioni, di piccole dimensioni e frammenti già in corso di distacco provenienti dalla statua della Madonna del Monserrato (Tabella 1).

Tabella 1. Siti e tipologia dei campioni prelevati

Campione	Tipologia	Punto di prelievo
3	frammento strato pittorico blu	Trono, lato destro superiore
6	frammento di stuccatura	Bambino, manica sinistra
9	Frammento di doratura	Madonna, fessura ginocchio destro
13	frammenti di scaglie di doratura con strato preparatorio	Madonna, fessura ginocchio destro
15	frammento ligneo con stuccatura e doratura	Madonna, lato destro
25	frammento di stuccatura	Madonna, frattura tra la mano destra e il panneggio

I campioni sono stati sottoposti alle seguenti indagini:
• osservazioni al microscopio ottico in luce riflessa su sezioni lucide per identificare la stratigrafia e i materiali pittorici. E' stato utilizzato un microscopio ottico Nikon (Nikon, Japan), Mod. TK-1270E, interfacciato ad un computer, dotato di un software per l'acquisizione di immagini;
• osservazioni morfologiche su sezioni lucide impiegando un microscopio elettronico a scansione (SEM) Leika, modello Cambridge Stereoscan 360 (Leika, UK) e analisi in microsonda (EDS) per conoscere la composizione dei singoli strati pittorici, effettuate per mezzo di un sistema micro-analitico a dispersione di energia (EDS) Link Analytical Oxford, modello 6103 (Link, UK);
• analisi in diffrattometria di raggi X (XRD) su polveri, per individuare la composizione mineralogica principale degli intonaci e degli strati pittorici; lo strumento utilizzato è un diffrattometro a raggi X Philips, Modello PW 1830 (Philips, UK), collegato ad un generatore PW 2273/20 e goniometro PW 1771/90 ed equipaggiato con tubo con anticatodo di rame;
• analisi spettrometrica infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) in cella di diamante per microcampioni, utilizzando uno spettrometro FT-IR Perkin-Elmer System 2000;
• analisi mediante spettrometria di massa di ioni secondari con analizzatore a tempo di volo (ToF-SIMS) per l'analisi elementare del materiale pittorico;
• indagini microscopiche (SEM), microbiologiche (colture *in vitro*) e molecolari (reazione a catena della polimerasi, PCR) per la valutazione del degrado biologico.

Risultati e conclusioni

Osservazioni al microscopio ottico a luce riflessa

I campioni 13, 15 e 25 sono stati osservati al microscopio ottico mediante luce riflessa. Nel campione 13 (Figura 2) è visibile, dal basso verso l'alto, un primo strato preparatorio a base di gesso e probabilmente colla, su cui è steso uno strato di bolo rosso e la foglia d'oro impuro (lato B) (Figura 4).

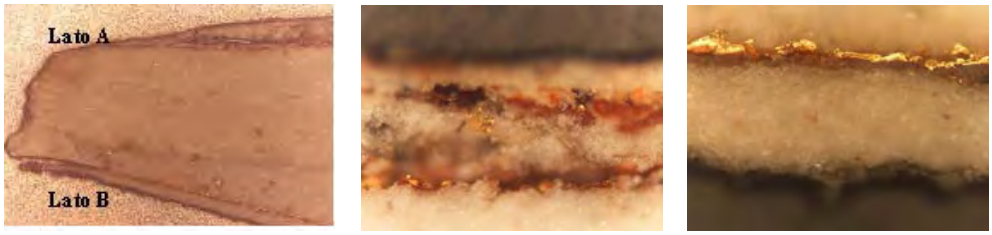


Figure 2, 3 e 4. Campione 13, 5x, lato A e lato B, 20x, luce riflessa

Procedendo nell'osservazione si nota uno spesso strato simile alla suddetta preparazione, uno strato ricco di particelle rosse, dorate e nere e infine uno strato anch'esso molto simile ai precedenti, cioè a base di gesso (lato A) (Figura 3). Nel campione 15 è visibile il supporto in legno di Pioppo (*Populus sp*.) sul quale è presente una preparazione, spessa fino a circa 1,4 mm, composta da gesso e probabilmente colla con piccole impurezze di calcite e nero carbone (Figura 5). La pellicola pittorica, spessa circa 50 µm, è costituita da ocra rossa con piccole particelle bianche ed è stesa su uno strato di imprimitura che raggiunge i 0.12 mm di spessore.

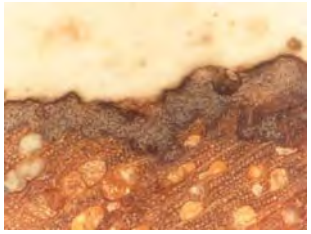


Figura 5. Campione 15, 10x, luce riflessa

Il campione 25 è caratterizzato dalla presenza di gesso, particelle nere e rossastre diverse per forma e dimensioni e probabilmente da colla. Su una parte del campione è presente uno strato opaco caratterizzato da particelle rosse e dorate.

Osservazioni morfologiche in microscopia elettronica e analisi in microsonda

Il campione 13 risulta piuttosto articolato ed è stato, quindi, osservato e analizzato in microsonda (EDS) sia sul lato A sia sul lato B (Figura 2). Il lato B presenta un solo livello di doratura mentre il lato A risulta più complesso. Le osservazioni del lato B mostrano la presenza, dal basso verso l'alto, di uno strato caratterizzato principalmente dalla presenza di calcio e zolfo (Figure 6 e 7), su questo strato si trova un livello costituito da oro impuro, è infatti presente anche argento, il ferro rilevato è attribuibile al sottile livello di bolo che si trova tra il sottostante strato a base di gesso (preparazione) e l'oro (Figure 6 e 8). L'analisi di un ulteriore strato soprastante indica che è presente un ulteriore strato a base di calcio e zolfo molto simile al precedente (Figure 6 e 9). Nel dettaglio, l'area caratterizzata dalla presenza di oro conferma le precedenti analisi, infatti, si riscontra la presenza di uno strato a base di silicio, alluminio e ferro riconducibile a bolo rosso e di uno strato costituito da oro impuro, per la presenza di argento e rame e un altro strato a base di gesso.

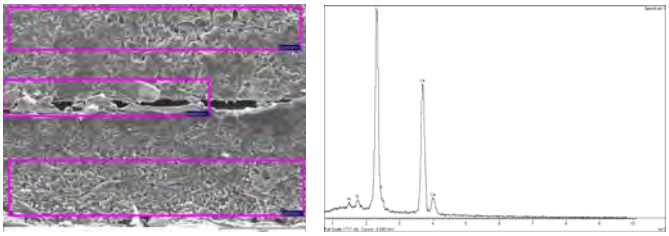


Figure 6 e 7. Microfoto a (SEM) e spettro 1 della microfoto a del campione 13 (EDS)

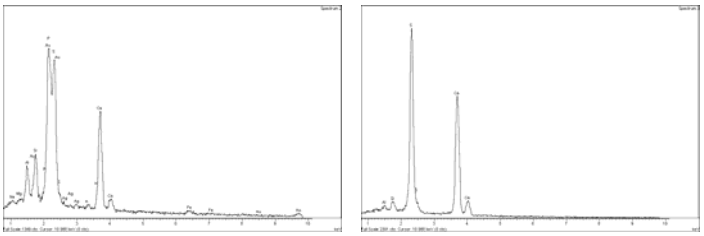


Figure 8 e 9. Spettri 2 e 3 della microfoto a del campione 13 (EDS)

L'osservazione e le analisi del lato A indicano che sopra l'ultimo e spesso strato di gesso, descritto sopra, è presente uno strato morfologicamente disomogeneo costituito principalmente da oro, calcio, zolfo, mercurio, silicio e alluminio (Figure 10 e 11).

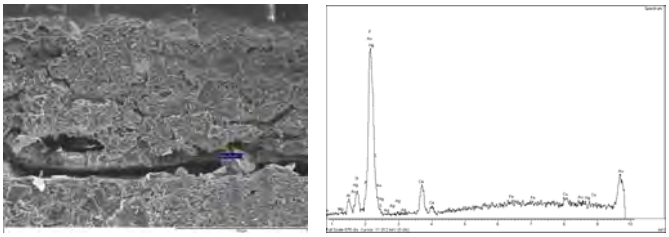


Figure 10 e 11. Microfoto b (SEM) e spettro 1 della microfoto b del campione 13 (EDS)

Le osservazioni effettuate sul campione 15 mostrano che lo strato esterno è costituito principalmente da silicio, alluminio e ferro, sono presenti anche quantità molto modeste di mercurio, molibdeno, piombo e cromo; probabilmente si tratta di uno strato a base di ocra rossa con tracce di cinabro. Le modeste quantità di cobalto e rame sono riconducibili a rare particelle di smaltino e azzurrite. Lo strato preparatorio sottostante è costituito principalmente da zolfo e calcio.

Analisi diffrattometriche

Le analisi diffrattometriche hanno permesso di evidenziare le principali fasi mineralogiche presenti nei campioni 13 e 25 (Tabella 2, Figura 12). Lo strato preparatorio (campione 13) risulta costituito principalmente da bassanite ($2CaSO_4 \cdot 2H_2O$), gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) e anidrite ($CaSO_4$), molto minore è la presenza di calcite ($CaCO_3$), quarzo (SiO_2) ed ematite.La stuccatura (campione 25) differisce dal precedente campione solo per quanto riguarda la quantità di gesso, che in questo campione risulta poco abbondante, mentre bassanite e anidrite sono preponderanti.

Tabella 2 - Composizione mineralogica semi-quantitativa (XRD)

Campioni	Bas	Gy	Cal	An	Qtz	Hem
13	xxxxx	xxxx	x	xxxx	tr	tr
25	xxxxx	Xx	X	xxxx	tr	tr

xxxxx= molto abbondante, xxxx=abbondante, xxx=discreto, xx=poco abbondante, x=scarso, ±= molto scarso, tr=tracce;

Bas=bassanite; Gy= Gesso; Cal=calcite; An=Anidrite; Qtz=quarzo; Hem=ematite [7]

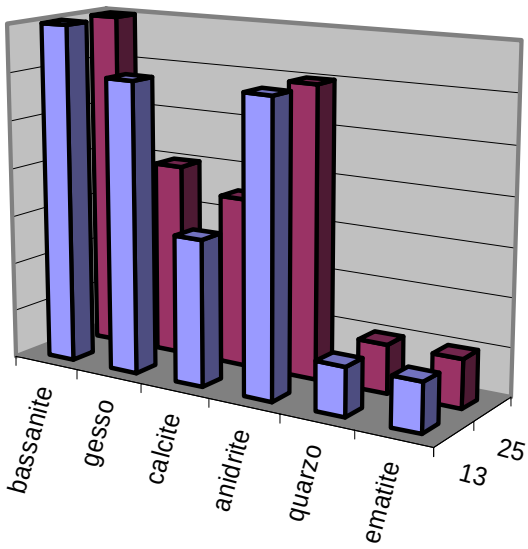


Figura 12. Rappresentazione grafica dell'abbondanza relativa dei minerali principalmente presenti.

Analisi in spettroscopia a infrarosso in trasformata di Fourier (FT-IR)

Le analisi in spettroscopia a infrarosso in trasformata di Fourier (FT-IR) sono state effettuate sui campioni 3, 9 e 13, allo scopo di determinare la natura dei leganti e dei componenti degli strati [8]. Le analisi condotte sul campione 13 mostrano la presenza di uno strato superficiale caratterizzato dalla presenza di una resina naturale, gesso, carbonati (calcio e piombo), oltre probabilmente a biacca e ossalati (Figura 13). Nello strato rossastro sottostante la doratura (non originale, lato A) sono presenti gesso, silicati e ossidi di ferro, è probabile anche la presenza di resina naturale e colla animale (Figura 14). Sono state analizzate anche delle colature grigiastre che sono risultate essere costituite da un solfato di calcio emi-idrato (bassanite) e da colla animale.

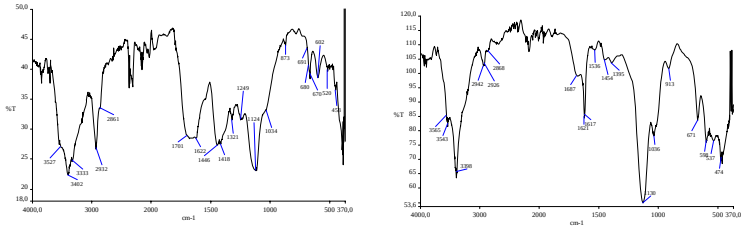


Figure 13 e 14 Spettri FT-IR dello strato superficiale e dello strato rossastro sotto la doratura del campione 13

Lo spettro dello strato superficiale scuro che si trova sulla doratura del campione 9 è molto simile allo strato superficiale del campione 13; infatti mostra la presenza di una resina naturale (simile a copale), gesso e carbonati (calcio e piombo) (Figura 15).

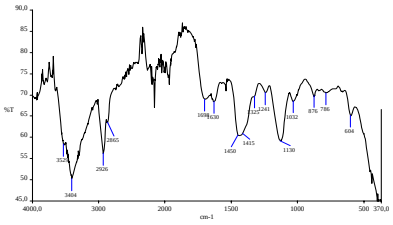


Figura 15. Spettro FT-IR dello strato superficiale del campione 9

Lo spettro dello strato blu scuro del campione 3 (Figura 16) è caratterizzato dalla presenza di biacca e indaco, mentre quello dello strato grossolano azzurro è caratterizzato dalla presenza di blu oltremare. Lo strato rosso sottostante la doratura è costituito da silico-alluminati con Fe_2O_3 (ocra rossa), gesso e sostanza organica riferibile a colla animale e/o sali di acidi organici (Figura 17).

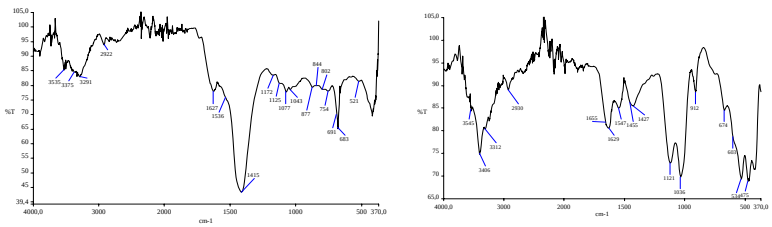


Figure 16 e 17. Spettri FT-IR dello strato blu scuro e dello strato rosso sottostante la doratura del campione 3

Analisi mediante spettrometria di massa di ioni secondari con analizzatore a tempo di volo (ToF-SIMS)

Le indagini tramite spettrometria di massa di ioni secondari con analizzatore a tempo di volo (ToF-SIMS) per l'analisi elementare del materiale pittorico sono state effettuate sul campione 3 (Tabella 1) [9]. Nella Figura 18 è riportata una immagine ottica del campione, inserito all'interno dello strumento, ed un ingrandimento relativo alla parte analizzata. Lo spettro di massa associato a quest'area evidenzia come siano molto intensi i segnali relativi agli ioni di Argento (107 e 109 amu), Piombo(266, 267, 268 amu), Rame (63, 65 amu) e come invece sia molto debole il segnale dell'Oro (197 amu). Grazie all'impiego della modalità imaging è stato possibile evidenziare che il Piombo si trova al disotto della doratura ed è stato impiegato nella fase di applicazione della foglia. Inoltre è stato possibile rivelare che la doratura è in realtà una lega ad alto contenuto di Argento e Rame (figura non riportata) e contenente solo tracce di Oro. Negli spettri di ioni negativi, relativi alla pittura di colore

azzurro, è presente un elevato numero di segnali dovuti ad acidi grassi individuati negli spettri di ioni negativi rsi può concludere che per quel che riguarda la tecnica pittorica, la statua è stata dipinta ad olio o con una tempera grassa.

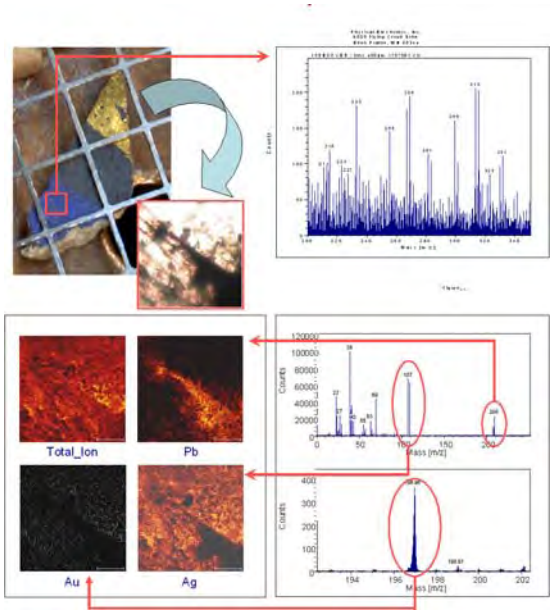


Figura 18. Analisi ToF SIMS relativa al campione 3

Da queste analisi è possibile concludere che: i) lo strato pittorico blu (campione 3) è costituito da biacca e indaco, con la presenza in alcuni punti di una doratura che appoggia su uno strato di colla e su bolo rosso a base di ocra; ii) il campione di doratura (campione 13) mostra la presenza di tre strati preparatori a base di gesso e colla con particelle di ocra, da attribuire probabilmente a interventi di integrazione e rifacimenti antichi . Sopra la doratura è presente uno strato di resina naturale. Si possono osservare due strati di preparazione per la doratura, la doratura in un caso è composta da oro, argento e rame, soprammessa allo strato di bolo (lato B, originale), nell'altro da polvere d'oro mescolata con cinabro (lato A, non originale); iii) le analisi diffrattometriche dello strato preparatorio (campioni 13 e 25) indicano la presenza di bassanite, anidrite, gesso, poca calcite e tracce di ematite e quarzo; iv) il campione di doratura (campione 15), su supporto ligneo in pioppo, mostra una preparazione a base di gesso e colla con rare particelle di ocra rossa. Lo strato pittorico è costituito da ocra rossa e particelle di cinabro e particelle di smaltino e di azzurrite. La presenza di molibdeno e cromato di piombo da attribuire ad un intervento di restauro recente, confermano il documentato rifacimento dei pannelli costituenti il trono; v) la tecnica pittorica risulta abbastanza semplice in quanto sono state impiegate miscele di pochi pigmenti stesi in un numero ridotto di strati e, considerato l'elevata presenza di acidi grassi nella pittura di colore azzurro, la statua è stata dipinta ad olio o con una tempera grassa.

Degrado Biologico

Per la valutazione del degrado biologico sono state eseguite indagini microscopiche e analisi sia microbiologiche che molecolari [10, 11]. Per l'analisi morfologica, i campioni costituiti da detriti o piccoli frammenti lignei, prelevati da alcune lacune del manufatto, sono stati osservati al microscopio ottico e al microscopio elettronico a scansione (SEM). Le micrografie SEM evidenziano lo stato di deterioramento del materiale ligneo (Figure 19 e 20)

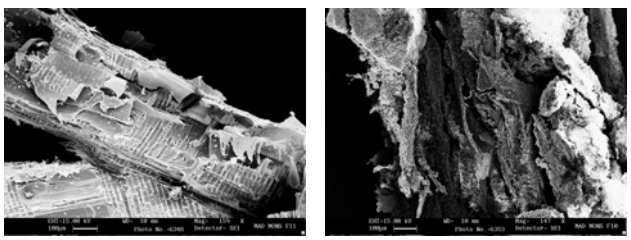


Figure 19 e 20. Micrografie SEM di frammenti lignei prelevati da lacune della statua

Sia le colture su terreni agarizzati sia l'analisi molecolare non hanno evidenziato colonizzazioni microbiche, quindi è possibile ipotizzare che il degrado del legno sia imputabile ad un precedente attacco entomatico.

Conclusioni

Il restauro si è svolto avendo riguardo di alcuni fondamentali criteri operativi del restauro scientifico, quali la reversibilità, la riconoscibilità delle integrazioni e il minimo intervento, secondo i canoni postulati da Cesare Brandi.
Oggi, la Madonna di Monserrato riscopre la sua originaria bellezza grazie alla rimozione degli strati di sostanze filmogene e delle ridipinture successive, nel rispetto però delle patine antiche. Il restauro si è svolto avendo riguardo di alcuni fondamentali criteri operativi del restauro scientifico, quali la reversibilità, la riconoscibilità delle integrazioni e il minimo intervento.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Giovanni Travagliato, vicedirettore dell'Archivio Storico Diocesano di Palermo, per la cortese segnalazione del testo di A. Mongitore, Palermo Divoto di Maria Vergine e Maria Vergine protettrice di Palermo, t. I, del 1719.

BIBLIOGRAFIA

1. Palazzotto Pierfrancesco, *"Per uno studio sulla maestranza dei falegnami di Palermo"* catalogo della mostra a cura di M.C. Di Natale, Milano 2001, pagine 678 - 703,
2. Travagliato Giovanni, Ruffino Daniela, *"Gli archivi per le Arti Decorative in Sicilia dal Rinascimento al Barocco"* in particolare regesti e indici della sez. II (*fabri lignarii*), catalogo della mostra a cura di M.C. Di Natale, Milano 2001, pagine 678 - 703, pagine 764 - 774
3. Pugliatti Teresa, *"Culture auliche e stile locale. Alcuni esempi di statuaria lignea siciliana fra XVI e XVII secolo"*, in *"L'arte del legno in Italia. Esperienze e indagini a confronto"*, Atti del convegno a cura di G.B. Fidanza, Perugia 2005, pagine 247 - 256 S
4. La Barbera Salvatore, La scultura lignea nel Museo Diocesano di Palermo, in Arti decorative nel Museo Diocesano di Palermo. Dalla città al museo dal museo alla città, catalogo della mostra a cura di M.C. Di Natale, Palermo 1998, pp. 82-84.
5. Cremonesi Paolo, *"L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome"*, Il Prato, Saonara (Padova), 2000, pagine. 21 - 70
6. Thorn Andrew, *"Safer Solubilities"*,in *"Studies in Conservation"*, Volume 37, JSTOR, Londra, UK, 1992, pagine 12 - 21
7. Kretz Ralph, *"Symbols for rock-forming minerals"* American Mineralogist, Volume 68, MSA, Chantilly, Virginia, USA, 1983, pagine 277 – 279
8. Matteini Mauro, Moles Arcangelo, *"Scienza e Restauro Metodi di Indagine"*, Nardini, Firenze, 2003
9. Keune Katrien, Boon Jaap J, *"Imaging Secondary Ion Mass Spectrometry of a Paint Cross Section Taken from an Early Netherlandish Painting by Rogier van der Weyden"*, Analytical Chemistry, Volume 76, Royce W. Murray, University of North Carolina, Chapel Hill, 2004, pagine 1374 – 1385
10. Palla Franco, *"Le biotecnologie molecolari per la caratterizzazione e la valutazione del ruolo dei microrganismi nei processi di degrado di manufatti di interesse storico artistico"*. Quaderni di Scienza della Conservazione, Volume 4, Pitagora Editore, Bologna, 2004, pagine 183 – 194
11. Saiz-Jmenez C. ed. *"Molecular Biology and Cultural Heritage"*, Balkema publisher, the Netherland, 2003.

ARCHITETTONICHE A CARATTERE RELIGIOSO DELLA PROVINCIA DI L'AQUILA

Domenica Paoletti[*], Dario Ambrosini[**], Stefano Sfarra[***]

[*] Professore Ordinario, DIMEG – Università dell'Aquila, Loc. Monteluco di Roio, I-67040, Roio Poggio (AQ), 0862/434332, dompao@ing.univaq.it
[**] Professore Associato, DIMEG – Università dell'Aquila, Loc. Monteluco di Roio, I-67040, Roio Poggio (AQ), 0862/434336, dario@ing.univaq.it
[***] Borsista, DIMEG – Università dell'Aquila, Loc. Monteluco di Roio, I-67040, Roio Poggio (AQ), 0862/434336, laser@ing.univaq.it

Abstract

La "diagnostica" è materia peculiare dell'esercizio della "conservazione" e del "restauro", concorrendo in modo determinante all'idea di "affidabilità".
Questo lavoro si fonda sulla "sistematicità nella diagnosi", sulla "diagnostica mirata", sulla "prevenzione del rischio", scopi raggiungibili attraverso l'uso corretto di una delle tecniche principali nelle indagini non distruttive, quale è la Termografia e sull'analisi "filologica del testo monumentale/architettonico", che supporta la diagnosi, accompagnandola nelle deduzioni. **[1]**
L'indagine termografica applicata a superfici murarie ci ha consentito, partendo dall'individuazione delle zone a differente temperatura e dalla conoscenza dei possibili processi di scambio termico, di evidenziare la presenza di distacchi fra i vari strati della muratura, di strutture architettoniche nascoste, di zone interessate da umidità, nelle tre Chiese oggetto delle indagini.
Strutture murarie non riscontrabili dall'esame a vista, sono state individuate tramite le differenti risposte in temperatura causate da differenze di conducibilità e di capacità termiche tra materiali posti all'interno delle pareti.
Per questo tipo di indagine non distruttiva, è solitamente necessaria una sollecitazione termica, almeno quando la muratura è in condizioni di equilibrio termico. Tale sollecitazione può essere ottenuta riscaldando appropriatamente le strutture in esame (thermal drift) o sfruttando le variazioni dei parametri ambientali (ambient drift). **[2]**
Proprio lo sfruttamento dei parametri ambientali, ci ha consentito di individuare, nella Chiesa di San Paolo di Barete, una struttura muraria di notevole interesse storico.
Infine, sulla falsariga di quanto già elaborato nel 2003 dalla Regione Sicilia, per ogni struttura architettonica indagata, tramite ispezioni di tipo visivo e tattile, integrate con l'indagine termografica, è presentata una scheda finale di "analisi del danno". **[3]**

Introduzione

Nel campo della conservazione dei beni culturali, l'esercizio della diagnostica, introdotto con priorità dalla cultura del restauro, costituisce un elemento connotativo del procedimento, cosi da poter affermare che l'affidabilità del progetto è tanto maggiore quanto più mirati e sistematici siano stati gli accertamenti diagnostici preventivi.
Il Bene Culturale da restaurare va anzitutto salvato per poter essere conservato con metodologie e tecniche scientifiche e senza più alcuna concessione all'empirismo e all'approssimazione.
Allo scopo di acquisire le informazioni indispensabili per la determinazione dello stato delle strutture e dei requisiti cui devono rispondere gli interventi di restauro, si rendono necessarie indagini sperimentali che interessano sia il materiale stesso, sia gli elementi strutturali.
Valutare lo stato di conservazione di un complesso monumentale implica comunque un paragone tra lo stato di fatto, osservabile ed analizzabile, ed i mutamenti che ha subito nel corso della sua esistenza storica.
Dopo una prima fase di analisi storica, è necessario effettuare un rilievo della struttura architettonica ed un'indagine visiva – tattile. I dati tratti dal sopralluogo, il colloquio con operatori dei vari settori (storici d'arte, architetti, ecc.), consentono di programmare gli specifici approfondimenti volti all'indagine, che in questo lavoro si basano essenzialmente sull'applicazione di tecniche termografiche per un'analisi "in situ" della disomogeneità di comportamento termico (zone di massima dispersione, sollecitazione e di accumulo termico) e dei dissesti legati alle caratteristiche murali della struttura (come fessure, distacchi).
In particolare, la termografia consente di individuare le zone umide soggette a traspirazione come zone più fredde, a causa del calore ceduto dall'acqua nella transizione dalla fase liquida a quella di vapore. Poiché il flusso evaporativo è responsabile del trasporto e del deposito di sali sulla superficie di una muratura

(efflorescenze e subflorescenze), la termografia permette di ottenere una mappatura delle zone maggiormente a rischio di degrado.
Il degrado dovuto all'umidità nelle murature è stato in generale affrontato come misura dell'acqua in esse contenuta; questa influisce anche sulle proprietà termo-meccaniche dei materiali.
L'importanza dell'evaporazione è ben nota a chi si occupa di antiche murature, ma difficilmente quantificabile e, di conseguenza, controllabile. Il processo di evaporazione nelle murature umide è influenzato fondamentalmente dalla differenza di concentrazione di acqua fra muro ed aria. In una ripresa termografica le zone soggette ad evaporazione sono in generale ben evidenti. **[4]** Per diagnosticare la presenza in una struttura di distacchi o vuoti con la termografia, è necessario sottoporla ad uno stress termico o meccanico.
Riassumendo, per monitoraggio strutturale intendiamo un progetto che consenta di individuare le grandezze caratteristiche di un insieme strutturale e di seguirne lo sviluppo nel tempo. Il risultato del monitoraggio è appunto una sequenza di valori associati al momento in cui si sono verificati. **[5]**
Lo scopo finale sarà la costituzione di un "sandwich di informazioni" che consenta di pervenire alla costituzione di una "mappa di correlazione" dei diversi fenomeni e dati osservati, in modo da avere un "quadro interpretativo" della struttura in esame e dei fenomeni su di essa agenti, con un notevole grado di plausibilità, tale da rendere agevole impostare il progetto di intervento conservativo e di restauro, con il minimo dispendio di denaro e di energie.

Indagini sperimentali

Per poter effettuare una corretta indagine diagnostica tramite la termografica, è necessaria la presenza di un gradiente termico indotto da una sollecitazione termica; nel caso di strutture architettoniche si dovrebbe poter sfruttare la sollecitazione fornita dalle variazioni dei parametri ambientali. Non è quindi sempre possibile trovare le condizioni adatte per poter ottenere risultati esaustivi, pertanto c'è bisogno di effettuare l'indagine più volte ed in orari diversi, spesso la sera dopo il tramonto e la mattina prima dell'alba.
Una volta trovata la condizione ambientale ottimale, si procede all'indagine mediante l'acquisizione dei parametri microclimatici (temperatura ed umidità relativa, interne ed esterne) e la scelta della distanza migliore per la ripresa in modo da avere una risoluzione che consenta l'individuazione delle minime irregolarità.
A questo punto si procede all'acquisizione delle immagini termiche in base ad una griglia virtuale idealmente posizionata sulla struttura in esame. Le immagini acquisite digitalmente e registrate su supporto magnetico, vengono successivamente elaborate e ricomposte per ottenere un'unica immagine radiometrica sovrapponibile con l'immagine dell'oggetto nel visibile. Il termogramma ottenuto fornisce un'immagine in falsi colori.
Per facilitare la lettura e l'interpretazione delle immagini termografiche, è possibile cambiare la scala cromatica e l'intervallo delle temperature analizzato. Queste modifiche permettono di evidenziare le caratteristiche più interessanti per il tipo di indagine in atto. Nel caso dell'analisi di strutture architettoniche, si utilizza, solitamente, la visualizzazione in falsi colori, in modo da rendere più immediata la rilevazione di eventuali anomalie (per esempio tamponamenti e zone umide); mentre per finalità di indagine strutturale (per esempio, apparecchiatura muraria) risulta più efficace la visualizzazione in toni di grigio.
Invece, per individuare la causa che determina un'anomala presenza di acqua, è utile poter usufruire di una mappatura della distribuzione dell'umidità nelle murature. La scelta dei punti in cui effettuare un eventuale campionamento è, infatti, facilitata dall'individuazione delle aree da ritenersi omogenee. Attraverso la termografia le zone imbibite all'interno di una muratura si distinguono da quelle sane perché appaiono più fredde, a causa dell'evaporazione superficiale in condizioni ambientali favorevoli. Il raffreddamento della superficie è determinato dall'elevato calore latente dovuto all'evaporazione in atto, quindi alla forte dissipazione di energia termica conseguente al passaggio di stato dell'acqua contenuta in superficie.
La strumentazione utilizzata nelle campagne di misura è il sistema TVS 2000MkIILW, composto da una telecamera dotata di un sensore in grado di captare l'energia infrarossa emessa da un oggetto e trasformarla in un segnale elettrico che, successivamente, viene trasformato in una immagine visibile (immagine termografica). Il sistema si completa con una stazione di scansione, acquisizione e memorizzazione delle immagini termografiche che consente di effettuare alcune analisi in fase di post-processing. L'intervallo di temperatura misurabile dal sistema varia da –40 °C a 300 °C con una sensibilità di 0.1 °C. **[6]** Le misure dell'umidità relativa e della temperatura ambientale sono state eseguite con il termoigrometro De Lorenzo Instruments DLIN TH500.

Campagna di misura ed analisi dei danni per la Chiesa di San Flaviano – L'Aquila –

La Chiesa di S.Flaviano fu edificata alla fine del XIII secolo. La tessitura muraria dell'edificio fu rimaneggiata nel corso del tempo, come si evince dalla diversità del paramento murario della zona superiore. **[7]**
Al XVIII secolo risalgono le zone più alte delle pareti, caratterizzate dalla tecnica tipicamente settecentesca (ottenuta con una mistura di pietre e mattoni) e dalle finestre rettangolari. **[8]**
La facciata trecentesca è in filari di pietra calcarea. **[9]**

Strumentazione utilizzata	AVIO TVS-2000MkIILW			**Data**	28 Aprile 2005
Denominazione	San Flaviano	**Località**		L'Aquila	
Parte ispezionata	Facciata Principale	**Tipologia**		Bene architettonico	
Ora inizio misure	10:20	**Ora fine misure**		11:30	
Distanza di ripresa	~11 metri	**Emissività**		0,90	
Localizzazione	Centro storico	**Temperatura ambiente interna**		14.8 °C	
Umidità	41,3% (est.) ; 44% (int.)	**Temperatura ambiente esterna**		15.8 °C	
Condizioni climatiche	Sereno				





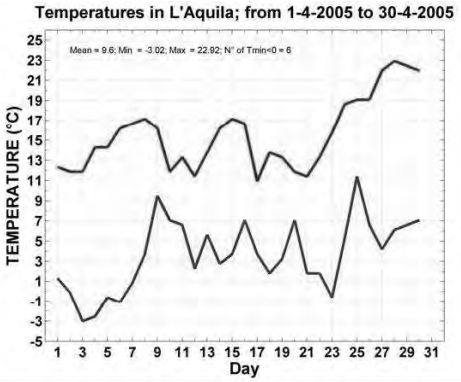




Figura 1. Facciata principale della Chiesa di San Flaviano (esterno)

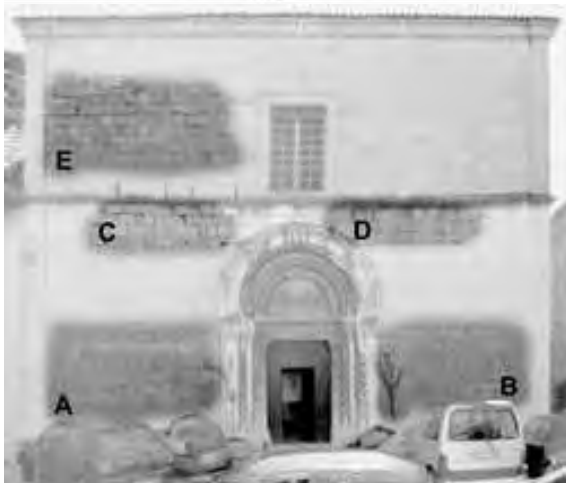


Figura 2. Analisi dei danni relativi alla facciata principale della Chiesa di San Flaviano (esterno)

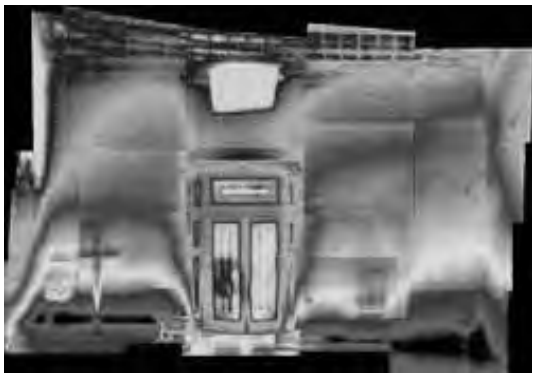


Figura 3a. Termografia della Chiesa di San Flaviano (interno)



Figura 3b. Termografia della Chiesa di San Flaviano (interno)

L'analisi dei termogrammi registrati in diverse condizioni ambientali consente di identificare agevolmente i differenti materiali costituenti il paramento murario (dovuti, presumibilmente, ad interventi precedenti di manutenzione o sostituzione). Il confronto fra regioni a comportamento termico anomalo, tenuto conto delle condizioni ambientali di misura, porta all'individuazione di cinque "zone critiche".
Le zone A e B (vedi Figura 2), risultano spesso più fredde (nero-viola-blu) del resto della facciata. Ciò potrebbe essere imputabile ad una probabile umidità di risalita (umidità presente nel terreno che risale i muri per capillarità). Questa diagnosi è supportata dalle misure effettuate dall'interno della Chiesa, sulla facciata stessa.
Nelle zone C, D ed E, differenze di temperatura di pochi gradi, evidenziano la presenza di materiali diversi, la mancanza di conci e la mancanza di malta tra i conci stessi, segnalata da una temperatura più alta con possibilità di distacco tra il paramento ed il supporto murario. Nei termogrammi acquisiti dall'interno della Chiesa si evidenzia la presenza di zone più fredde (nero-viola-blu) la cui caratteristica forma degradante verso l'alto, ne suggerisce fortemente l'imputazione alla presenza di umidità di risalita fino a circa 1,5 m di altezza da terra.
Questa diagnosi supporta quanto già ipotizzato per la facciata esterna.

Tipologia del danno	**Grave**	**Non Grave**	**Concetrato**	**Diffuso**	**Localizzazione del danno**
Danni strutturali					
Disgregazione materiale		Polverizzazione di malte leganti			Struttura in elevazione
Umidità	Risalita capillare			x	Struttura in elevazione
	Percolazione		x		Struttura in elevazione
Attacchi biologici					
Alterazioni degli strati superficiali		Distacchi Fessurazioni	x x		Struttura in elevazione
Parti mancanti		Conci	x		Struttura in elevazione

Campagna di misura ed analisi dei danni per la Chiesa di San Paolo a Barete – L'Aquila –

La Chiesa di S. Paolo a Barete è ubicata all'interno del perimetro dell'impianto cimiteriale, nasce sui ruderi delle terme di Lavaretum. L'edificio è del XIII secolo.
Purtroppo, della fabbrica originale resta solo l'abside, sormontato dalla torre campanaria. **[8]**. L'Antinori segnala un'edificazione o un restauro di San Paolo che potrebbe far pensare ad un riutilizzo dei reperti di epoca romana. **[11]**

Strumentazione utilizzata	AVIO TVS-2000MkIILW			**Data**	22 Luglio 2005
Denominazione	San Paolo	**Località**		Barete di Pizzoli	
Parte ispezionata	Abside	**Tipologia**		Bene architettonico	
Ora inizio misure	10:40	**Ora fine misure**		10:50	
Distanza di ripresa	~20 metri	**Emissività**		0,90	
Localizzazione	Zona Urbana	**Temperatura ambiente interna**		22 °C	
Umidità	39% (est.) ; 58% (int.)	**Temperatura ambiente esterna**		22 °C	
Condizioni climatiche	Sereno				

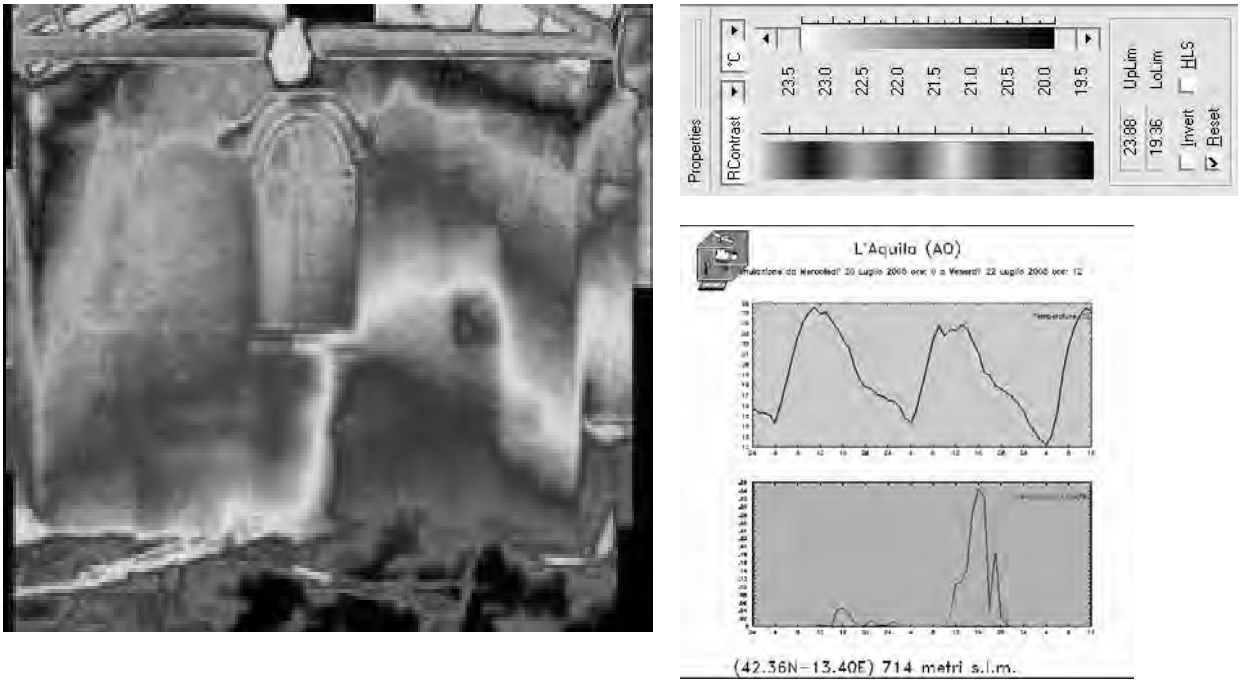


Figura 4

L'analisi dei termogrammi registrati, consente di identificare due regioni a comportamento termico anomalo. Nella zona A (vedi Figura 6) si distingue la presenza di una nicchia, imputabile ad un precedente possibile affresco posizionato in simmetria con l'abside di epoca romana (zona B), ancora presente sul retro della Chiesa e decentrato rispetto all'attuale impianto della stessa, tamponata nei successivi interventi. La capacità di distinguere irregolarità termiche casuali da quelle collegate direttamente a notizie di interesse storico o a particolari danni superficiali come distacchi, umidità, alterazioni cromatiche e strutture architettoniche nascoste, cosi come nel caso in oggetto, dipende dalla corretta interpretazione dei fenomeni di scambio termico fra l'oggetto osservato e l'ambiente circostante al momento della ripresa termografica.



Figura 5. Parete absidale interna della Chiesa di San Paolo a Barete



Figura 6. Analisi dei danni relativi alla parete absidale interna della Chiesa di San Paolo a Barete

Questa operazione presenta delle difficoltà perché la stessa causa può dar luogo a effetti termici opposti soprattutto in relazione ai tempi di ripresa ed al contesto in cui si osserva il fenomeno termico. Le indagini infatti documentano lo stato di fatto al momento in cui sono svolte, ed hanno perciò una validità temporale.
La scoperta effettuata tramite la tecnica termografica è servita da incentivo per l'inizio di ulteriori ricerche per stabilire l'esatta cronologia costruttiva della Chiesa di San Paolo di Barete.
La Chiesa quattrocentesca in questione ha rilevato, negli scavi iniziati già a partire dallo scorso anno, delle stratificazioni di non poca rilevanza che hanno condotto poi alla decisione di portare ancora avanti il cantiere di scavo.
Si è constatato che l'attuale struttura ecclesiale del 1400 già esisteva in epoca romanica, ed ancora indietro in quella romana o tardoantica, ma ancora più importante, in quella longobarda. E molti elementi lo fanno supporre, fra cui l'affresco ritrovato, a testimonianza dell'influenza che le invasioni barbariche ebbero anche sull'architettura della nostra Regione.

Tipologia del danno	Grave	Non Grave	Concetrato	Diffuso	Localizzazione del danno
Danni strutturali		Struttura architettonica nascosta	x		Struttura in elevazione
Disgregazione materiale		Disgregazione dei materiali	x		Struttura in elevazione
Umidità	Risalita capillare		x	x	Struttura in elevazione
Attacchi biologici	Microflora		x		Affresco
Alterazioni degli strati superficiali		Esfoliazioni		x	Struttura in elevazione
Parti mancanti		Lacune nell'intonaco	x		Struttura in elevazione

Campagna di misura ed analisi dei danni per la Chiesa di Santa Maria a Graiano – L'Aquila –

Il complesso monastico di Santa Maria a Graiano è situato nel territorio comunale di Fontecchio. **[7]** Non si conosce la data esatta della fondazione del complesso monastico. La Chiesa, edificata tra il XII e il XIII secolo (con successive trasformazioni), è formata da un'aula centrale con cappelle laterali che si conclude con un sistema cupolato. **[8]**.
Di recente la Chiesa è stata oggetto di restauri statici che ne hanno impedito il crollo. La facciata intonacata, è a coronamento orizzontale; presenta un unico portale centrale con stipiti e timpano in pietra scolpita in forme mistilinee e, al di sopra, un finestrone rettangolare con decorazioni barocchegianti in pietra. L'interno è un'aula unica, con cappelle laterali, coperta con volta a botte a tutto sesto. **[12]**



Figura 7. Termografia della facciata principale della Chiesa di Santa Maria a Graiano (esterno)

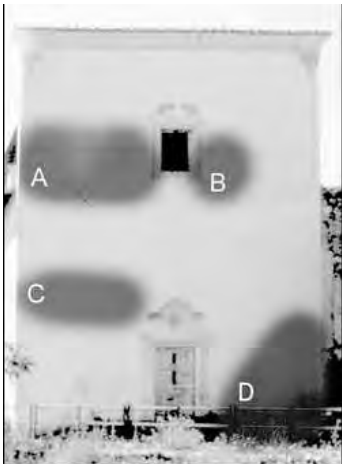


Figura 8. Analisi dei danni della facciata principale della Chiesa di Santa Maria a Graiano (esterno)

L'analisi dei termogrammi registrati, consente di identificare quattro regioni a comportamento termico anomalo. Le zone A, B e C (vedi Figura 8) appaiono generalmente più calde e potrebbero essere dovute alla presenza di possibili distacchi tra l'intonaco esterno e la muratura. La zona D risulta più fredda del resto della facciata. In base al tipico andamento degradante verso l'alto, ciò potrebbe essere imputabile ad una possibile umidità di risalita dal terreno.

Tipologia del danno	Grave	Non Grave	Concetrato	Diffuso	Localizzazione del danno
Danni strutturali					
Disgregazione materiale					
Umidità	Risalita capillare			x	Struttura in elevazione
Attacchi biologici	Microflora		x		
Alterazioni degli strati superficiali		Polverizzazione	x		Struttura in elevazione
		Alt. cromatiche	x		Struttura in elevazione
	Distacchi			x	Struttura in elevazione
Parti mancanti					

CONCLUSIONI

La conoscenza del fabbricato rappresenta sicuramente uno dei momenti qualificanti di qualsiasi progetto di"consolidamento" e assume un'importanza strategica per garantire il necessario rigore tecnico scientifico quando si opera su un edificio monumentale ricadente in un'area a rischio sismico. Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria, le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali, dettagli strutturali, collegamenti tra elementi strutturali diversi, consistenza degli elementi non strutturali collaboranti, materiali, proprietà meccaniche dei materiali.
Nella scheda riepilogativa che mette in relazione la causa e l'effetto del danno, abbiamo tenuto conto di tutti gli aspetti precedentemente citati, al fine di definire il grado di urgenza nel recupero del bene e fornire, in tal modo, un valido aiuto al restauratore durante il corso del suo lavoro.
L'indagine visiva è stata svolta in modo sequenziale, prendendo prima in considerazione il monumento in tutto il suo contesto, esaminandone, quindi, sempre più in dettaglio, "l'aspetto esteriore" fino a restringere il campo di osservazione all'analisi di ogni particolare.
L'indagine termografica ha permesso di definire un modello dei meccanismi di scambio termico tra la struttura architettonica e l'ambiente circostante e tra le diverse parti che costituiscono la struttura stessa. Ha contribuito inoltre ad individuare e determinare quelle parti della struttura che costituiscono le zone preferenziali di degrado.
La distribuzione termica superficiale è stata orientata ad acquisire i dati correlabili alle possibili disomogeneità subsuperficiali, tecnico – costruttive e composizionali dello stato di conservazione, ed a verificare la distribuzione e l'eventuale natura delle fonti di umidità presenti sulla facciata. La disomogeneità del campo termico osservata su ogni manufatto è dovuta alle differenze di energia riemessa, che possono essere messe in relazione a diversi fattori, tra cui la conformazione geometrica della struttura e le caratteristiche di riflessione, trasmissione ed assorbimento dei diversi elementi che costituiscono lo strato superficiale.
L'indagine tattile, ha supportato l'indagine visiva soprattutto nella individuazione delle componenti biologiche estese sul manufatto. Ogni tabella riassuntiva dello stato di conservazione delle strutture architettoniche a carattere religioso prese in esame, risulta essere di facile lettura e di immediata comprensione, descrivendo con chiarezza ed efficacia lo stato di conservazione del bene.
Comunque, l'analisi nei tre casi in esame, deve rimanere disgiunta; non è possibile stimare una scala gerarchica dei valori che mette in relazione il grado di pericolosità e la necessità di intervento fra le Chiese in esame, in quanto, il fine che giustifica l'analisi nei tre casi, grazie ad un'attenta lettura dei testi e quindi ad una ricostruzione storica, è diverso a seconda che analizziamo il caso di Santa Maria a Graiano (verifica del consolidamento sulle strutture in elevazione), quello di San Flaviano (verifica dello stato di conservazione in relazione alla geomorfologia su cui insiste la Chiesa che ne incentiva il ristagno dell'acqua piovana) o di San Paolo di Barete (ricerca di strutture architettoniche nascoste).

BIBLIOGRAFIA

[1] Gurrieri F., "*Restaurare, dunque progettare*", in "*La conservazione affidabile per il patrimonio architettonico, Tavola Rotonda Internazionale*", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 27-28 Settembre 2002, pagine 46 - 47.
[2] Ambrosini D., Paoletti D., Pasqualoni G., Ranalli D., Scozzafava M., Tallini M., *"GPR and thermography for compared investigations in historical buildings"*, in *"Art '05 – 8th International Conference on Non Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage"*, Lecce, May 15th – 19th 2005.
[3]AA.VV., *"Carta del rischio del patrimonio culturale ed ambientale della Regione Siciliana" – TAORMINA PROGETTO PILOTA -"*, in *"I Quaderni di Palazzo Montalbo n. 2"*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, Novembre 2003, pagina 67.
[4] Milazzo M., Ludwig N., Redaelli V., *"Studio di flussi evaporativi nelle dinamiche del degrado di materiali umidi"*, Istituto di Fisica Generale Applicata – Università degli studi di Milano – Laboratorio di Archeometria.
[5] Ruggerone E., *"Diagnostica strutturale"*, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2005.
[6] AA.VV., Compact Thermo TVS-2000 MkII Series - Istruction Manual, Nippon Avionics Co., 1996.
[7] Chiodi D., *"Le 170 Chiese di L'Aquila dal '200 al '900"*, Editrice Futura, L'Aquila, 1988.
[8] Moretti M., *"Architettura Medioevale in Abruzzo"*, De Luca Editore, Roma, 1971.
[9] Antonini O., *"Architettura Religiosa Aquilana"*, Edizioni del Gallo Cedrone, L'Aquila, 1993.
[10] Disponibile in http://cetemps.aquila.infn.it , accesso il 20 Giugno 2005.
[11] Clementi A., *"Amiternum dopo la distruzione"*, Edizioni Libreria Colacchi, L'Aquila, 2003.
[12] Console C., Marsili C., *"Fontecchio nel Parco Naturale Regionale Sirente-Velino"*, Arti Grafiche Aquilane, L'Aquila, 1995.

IL RESTAURO COME MEZZO PER CONOSCERE UN'OPERA D'ARTE

Laura Saettone

Restauratrice , via Zunini 2/7, 17100, Savona, 328-0165637, laura_saettone@yahoo.it

Introduzione

Propongo questo lavoro come esempio di un restauro che, oltre al recupero di due opere d'arte, ha permesso una maggiore conoscenza storico artistica delle stesse. La finalità del discorso è quella di mettere in evidenza, come in alcuni casi, solo con il restauro è possibile ottenere informazioni e quindi valorizzare opere su cui, come per quelle qui proposte, non si sapeva quasi nulla.
I dipinti oggetto di restauro sono due piccole tavole della Pinacoteca civica di Savona: un *Cristo caduto sotto la croce*, olio su tavola, opera di un anonimo dell'inizio del XVII secolo, e un'*Adorazione dei Magi*, tempera su tavola, dipinta da anonimo della fine del XVI secolo. Il restauro e l'approfondimento storico artistico sono stati presentati come lavoro di tesi a conclusione del corso quadriennale di Conservazione e Restauro all'Accademia Albertina di Belle Arti di Torino; relatori della tesi sono i restauratori e docenti del corso Giorgio Gioia ed Antonio Rava e co-relatrice la docente di storia dell'arte Francesca Petrucci.

Cristo caduto sotto la croce

Il dipinto *Cristo caduto sotto la croce* (figure 2 e 3) è una derivazione dallo *Spasimo di Sicilia* di Raffaello (figura 1). La composizione della parte centrale della tavola coincide con quella dell'originale raffaellesco tranne per piccole differenze nelle reciproche posizioni dei personaggi; rispetto all'originale del Prado il dipinto presenta delle aggiunte sui quattro lati che vanno ad estendere il paesaggio e ad introdurre alcune figure di soldati sul lato destro.
Con un primo approccio ho cercato di capire come è strutturato il dipinto, quindi ho sottoposto l'opera ad un esame più approfondito avvalendomi di strumenti per la diagnostica; infine con le ricerche storico artistiche ho completato questo processo di avvicinamento alla tavola. Questi studi mi hanno permesso di comprendere meglio l'opera su cui sarei intervenuta e si sono rivelati preziosi quando, durante il restauro, mi sono trovata a dover operare delle scelte.



Figura 1. Raffaello, *Spasimo di Sicilia*, olio su tavola, 1517, Museo del Prado, Madrid



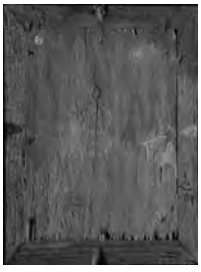


Figure 2 e 3. *Cristo caduto sotto la croce*, fronte e retro prima del restauro; le spaccature evidenziano la tripartizione della tavola

Già da un primo esame ciò che ha reso interessante lo studio di questo dipinto è in primo luogo la sua complessa e singolare struttura. Il supporto è una tavola di conifera, probabilmente si tratta di abete, che è ottenuta dall'assemblaggio di tre parti distinte. Una più esterna, perimetrale larga circa 4-5 cm e ottenuta dall'unione di quattro listelli con tagli a 45°; questa presenta una preparazione rossa su cui si è dipinto ad olio; il film pittorico

è molto fragile. Una parte immediatamente più interna, visibile anteriormente solo per un bordo largo qualche centimetro perchè scavata sul davanti per ospitare un'altra asse; sul recto la pittura ad olio è stesa su una preparazione bianca a gesso e colla, il verso è invece dipinto con una tempera rossa. Una parte centrale, incassata all'interno della precedente e che misura circa 410x 290 mm e non risulta visibile dal retro; su questa è stato incollato un foglio di carta su cui figura l'incisione dell'*Andata al Calvario* e sopra la quale si è dipinto ad olio. In corrispondenza delle cadute di colore e delle abrasioni si potevano infatti osservare a occhio nudo delle sottili linee nere. La presenza dell'incisione è stata accertata con una riflettografia IR. Sfruttando la maggiore lunghezza d'onda dei raggi infrarossi, lo strumento **[1]** ha permesso di visualizzare su un monitor e documentare con delle fotografie porzioni della stampa dipinta (figura 4). In corrispondenza dei colori chiari, per loro spessore e composizione, l'incisione non è purtroppo visibile; di conseguenza non è stato possibile visualizzare la stampa nella sua interezza. Lo studio della struttura del dipinto e la riflettografia IR eseguita mi hanno portato a fare alcune osservazioni.



Figura 4. Riflettogramma di un particolare della stampa dipinta





Figure 5 e 6. Stampe di derivazione dallo *Spasimo*: a sinistra quella del Villamena (fine XVI sec.), a destra quella del Cunego (fine XVIII sec.)

L'artista prese una delle stampe dello Spasimo che circolavano al tempo e la incollò direttamente sul supporto evitando così di eseguire un disegno preparatorio. Avendo una base di riferimento fedele all'originale, la composizione del quadro corrisponde abbastanza fedelmente a quella raffaellesca. La stampa dipinta occupa però solo la parte centrale e il pittore ha fatto delle aggiunte aumentando le dimensioni del quadro. Si possono fare due ipotesi: la prima è che questi sapesse già prima di iniziare che l'opera doveva essere più grande della stampa, la seconda è che la necessità di un'aggiunta fosse nata ad opera ormai iniziata. Nel primo caso si può supporre che l'artista avesse poco tempo a disposizione ed abbia fatto questa scelta solo perché era quella che permetteva una più rapida esecuzione e apriva anche alla possibilità di realizzarne più copie.
Le indagini diagnostiche sono state affiancate da ricerche storico artistiche che hanno comportato l'analisi dei documenti d'archivio ed il confronto con altre derivazioni dallo Spasimo; grande infatti fu la fortuna artistica che ebbe il dipinto sia in pittura sia nelle arti minori.
Ho raccolto le stampe di derivazione dallo Spasimo del Sanzio e le ho poste a confronto con i riflettogrammi documentati. La composizione della stampa dipinta si discosta da quelle cinquecentesche (figura 5) per alcuni particolari che sono invece presenti in quelle settecentesche (figura 6) ed ottocentesche. Si può ipotizzare che la stampa su cui si basa il dipinto non abbia avuto come modello il disegno preparatorio, come nel caso di quelle del XVI secolo, ma il dipinto concluso perché, come le derivazioni più tarde, ad esso molto fedele.
È possibile, tuttavia, supporre che circolassero altre stampe oltre a quelle qui proposte e che ne esistesse anche una cinquecentesca che si riferisse al dipinto compiuto.



Figura 7. Riflettogramma riferito al particolare dello stendardo





Figure 8 e 9. Lo stesso particolare preso dalle stampe del Villamena (sinistra) e del Cunego (destra)

Il tipo di segno dell'incisione, infatti, si avvicina di più a quello del XVI secolo rispetto a quello più pittorico del Settecento (figura 9). Confrontando un particolare della stampa (figura 7) su cui è stato dipinto con lo stesso particolare preso da alcune delle stampe sopra proposte si può notare come questo sia più simile a quello tratto dall'incisione del Villamena (figura 8). Un altro elemento che accomuna la stampa della tavola di Savona a quelle cinquecentesche del Veneziano e del Villamena è la scritta *SPQR* che compare sullo stendardo in stampatello. Nel dipinto dell'Urbinate e nella maggior parte delle incisioni più tarde questa, infatti, figura rovesciata e solo per le ultime due lettere.
Alcuni studiosi lo avevano datato al XVI secolo. Sicuramente la data di realizzazione è posteriore al 1517, anno in cui fu dipinto il capolavoro raffaellesco. Questa potrebbe essere posticipata all'inizio del secolo successivo per varie motivazioni. Innanzitutto il tipo di segno dell'incisione incollata alla tavola, che potrebbe essere seicentesco; in secondo luogo la coincidenza pressoché totale nella composizione di questa stampa con il dipinto dell'Urbinate: ciò sembra allontanarla dalle prime incisioni che si riferivano al disegno preparatorio ed avvicinarla a quelle dei secoli successivi che prendevano a modello direttamente il dipinto.
Assumendo ipoteticamente che la stampa risalga all'inizio del XVII secolo, l'intervento pittorico risulta essere contemporaneo o di poco posteriore ad essa. Quindi presumibilmente databile attorno alla prima metà del Seicento.
Questa ipotesi sembra essere avvalorata dall'aggiunta per mano dell'autore di alcune figure di soldati che richiamano quelle di pittori quali Bartolomeo Biscaino e Giovan Battista Castello, attivi nella prima metà del XVII secolo.
Negli archivi ho raccolto i documenti che si riferivano al dipinto: questo figura negli inventari del Santuario di Nostra Signora di Misericordia di Savona già nel 1674 **[2]**. Non è stato possibile verificare se era presente anche in data anteriore perché non sono stati rinvenuti documenti precedenti. Se il dipinto fu realizzato nel primo Seicento e se il quadro che compare nell'inventario del 1674 è con esso identificabile, allora si potrebbe supporre che esso fu realizzato per quel luogo e che prima di quella data non avesse avuto un'altra collocazione.





Figure 10 e 11. Foto a luce radente del fronte prima del restauro e rilievo dello stesso

Parallelamente a questi studi la tavola è stata esaminata da un punto di vista conservativo per individuare quali fossero le problematiche e come bisognasse intervenire. Si notavano fori che denunciavano un attacco di insetti xilofagi soprattutto nella parte perimetrale; limitato invece appariva il danno in quelle più centrali. Sulla parte, che posteriormente è dipinta di rosso, erano visibili alcune spaccature verticali: la più importante percorre l'asse in quasi tutta la sua altezza, due minori si trovano a sinistra della precedente l'una subito in alto e l'altra più esternamente in basso; vi erano inoltre tante piccole spaccature al margine inferiore sempre del suddetto pezzo. Il dipinto presentava delle cadute di colore: nella parte perimetrale queste sono più evidenti e localizzate. Erano invece più diffuse e di minor estensione nella parte più centrale, dove si individuavano anche numerose abrasioni. Si osservavano, soprattutto nella parte inferiore, dei sollevamenti della pellicola pittorica che appariva molto fragile. Due sollevamenti presenti sulla parte centrale permettevano di constatare la presenza della carta per l'elasticità di questa. La tavola era protetta da una vernice disomogenea che si presentava ingiallita e con una stratificazione di polvere.

Adorazione dei Magi

L'altra tavola oggetto di restauro è un'*Adorazione dei Magi*. È un quadro di piccole dimensioni (320x285 mm), ricavato da una sola asse d'abete; dipinto a tempera su preparazione a gesso e colla, presenta, in corrispondenza di alcuni particolari come i doni e la corona, parti sottolivello che originariamente dovevano ospitare lamine metalliche che impreziosivano il dipinto.



Figura 12. *Adorazione dei Magi*

L'opera è arricchita da una cornice modanata, che probabilmente apparteneva ad un altro quadro di dimensioni maggiori ed è stata poi adattata a queste.
L'asse del dipinto, la Madonna col Bambino, è spostato verso sinistra. La scena è inserita in un esterno; l'ambientazione risulta però molto scarna, pochi sono gli elementi che la compongono. A sinistra di Maria trova spazio solo la figura di Giuseppe, mentre a destra sono raffigurati i Magi che offrono i loro doni; il Bambino, in braccio alla Madre, si sporge verso uno dei re che si è inginocchiato. I colori, soprattutto dopo la pulitura, sono risultati molto vivaci; molta importanza ha la linea che contorna le figure facendole apparire quasi come ritagliate. Lo studio di questo dipinto si è rivelato più problematico che per l'altro: come per la tavola illustrata in precedenza, ho raccolto i documenti d'archivio esistenti **[3]**, ma le indicazioni che ne ho potuto ricavare sono poche. Le ricerche storico artistiche hanno comunque dato un ottimo risultato perché sono riuscita a stabilire che il dipinto deriva da una xilografia di Bernard Salomon, che fu eseguita per illustrare la *Biblia Sacra ad optima quaquae veteris, ut vocant, tralationis exemplaria summa diligentia, pari[que] fide castigata [Livre]: cum indicibus copiosissimis*, edita a Lione nel 1554 da Jean de Tournes. L'illustrazione occupa la parte superiore della pagina numero 909 e si riferisce all'episodio dell'Epifania raccontato nel Vangelo di Matteo. Ho trovato la stessa illustrazione anche nelle *Figures du Nouveau Testament [Livre]*, edito a Lione da Ian de Tournes nel 1556 e nelle *Figure del Nuovo testamento, illustrate da versi vulgari italiani [Livre]*, nelle edizioni lionesi del 1559 e del 1577. Esemplari di questi testi sono conservati nella Biblioteca civica di Lione.





Figure 13 e 14. L'illustrazione del Salomon da sola e inserita nella pagina biblica

La derivazione appare chiara: il pittore ha preso a modello questa illustrazione e ne ha semplificato l'ambientazione soffermandosi sulla raffigurazione dei personaggi che hanno comunque subito anch'essi delle stilizzazioni. Il piccolo dipinto della Pinacoteca civica di Savona è dunque una derivazione precisa dalla xilografia del Salomon e pertanto databile non prima del terzo quarto del XVI secolo. Le xilografie del Salomon ebbero una grande fortuna artistica e furono riprese in molti campi artistici dove vennero copiate più o meno fedelmente o riprese come semplici spunti compositivi. La tavoletta è una delle tante testimonianze della loro diffusione ed influenza; pertanto il quadro è di notevole interesse storico artistico ed il suo studio avvia la possibilità di una nuova ricerca relativa alla specifica influenza delle incisioni di Salomon su altri dipinti del Cinque – Seicento presenti sul territorio ligure.
Esaminando il suo stato di conservazione ho potuto osservare che la tavola si presentava imbarcata e con una conseguente ed importante spaccatura verticale che la attraversa in tutto il suo spessore. Erano inoltre rilevabili un'altra spaccatura di minor entità e due nodi che attraversano da parte a parte la tavola e portano discontinuità alla pellicola pittorica. Si notavano delle cadute di colore, ma si trattava di lacune abbastanza ridotte che consentivano comunque una buona lettura dell'opera nel suo complesso; la più evidente tra di esse è quella lungo la spaccatura: si estendeva per 15 cm ed era stuccata. Il dipinto era protetto da una vernice molto probabilmente posteriore che si presentava ingiallita e con una stratificazione di polvere. Erano rilevabili anche diverse macchie ed incrostazioni di sporco.




Figure 15 e 16. Foto a luce radente del fronte prima del restauro e rilievo dello stesso

Intervento di restauro

La pellicola pittorica è stata consolidata con iniezioni di *alcool polivinilico*; dopo aver fissato le scaglie di colore, il legno è stato disinfestato con *Permetar in petrolio* iniettato e steso a pennello; quindi consolidato stendendovi a pennello una resina acrilica, *Paraloid B72*, sciolta in *Diluente nitro*.
Per individuare la sostanza con cui pulire il recto è stato eseguito su ogni dipinto il test di solubilità con miscele di *ligroina*, *etanolo* ed *acetone*. È stata scelta la miscela che per ciascun dipinto dava il miglior risultato con il minor valore di polarità e con queste si è pulita l'intera superficie. Per l'*Adorazione dei Magi* si è scelto LE9, mentre per il *Cristo caduto sotto la croce* LA7.
La pulitura è stata perfezionata con miscele del test di solubilità a polarità maggiore (LE8, LE9, AE1, AE2, AE3); si è inoltre intervenuti meccanicamente a bisturi per rimuovere vecchie stuccature ed incrostazioni di sporco.




Figure 17 e 18. Consolidamento e pulitura della pellicola pittorica

Nelle crepe sono stati inseriti dei tasselli di legno di balsa, i quali sono stati fissati con iniezioni di colla forte. Si sono quindi stuccate crepe e lacune presenti sul recto delle opere. Nella derivazione dallo *Spasimo* si è scelto di mantenere la spaccatura che separa la parte centrale, su cui è incollata la stampa, da quella in cui la stessa è incassata. Questa scelta ha ragioni conservative e storico artistiche. In primo luogo si temeva che, per l'entità della spaccatura, lo stucco, dati i diversi movimenti delle parti legnose, si sarebbe inevitabilmente crepato;

secondariamente questa spaccatura va a sottolineare la divisione del dipinto in due parti sostanziali, la stampa dello *Spasimo* e le aggiunte perimetrali. Nel fare questa scelta sono stati determinanti gli studi storico artistici condotti preliminarmente.



Figura 19. Inserimento dei tasselli di legno di balsa nelle spaccature

I due dipinti sono stati verniciati entrambi con vernice da ritocco, ma con modalità differenti: sull'*Adorazione* la vernice è stata stesa a pennello; sull'altro dipinto si è verniciato a spruzzo per riguardo alla presenza della carta, che poteva risentire di una stesura più consistente di vernice.
Sul verso di entrambe le opere si sono stuccate le mancanze con *Araldite*. Queste stuccature sono state portate a livello nella tavola dell'*Adorazione*; sono state invece lasciate sottolivello nel *Cristo caduto sotto la croce*. In questo caso la superficie non è a legno ma è dipinta ed è stato necessario un secondo passaggio per portarle a livello: sopra la stuccatura con *Araldite* si è steso a spatola uno stucco bianco a gesso e colla animale. Nell'*Adorazione* le stuccature con *Araldite* sono state velate con l'acquarello cercando di avvicinarsi al colore del legno; nell'altra tavola le stuccature bianche sono state velate ad acquarello a legno o di rosso a seconda delle parti circostanti.
Lo stucco è stato fatto con gesso di Bologna e colla di coniglio; questo è stato applicato con la spatolina a foglia e, una volta asciutto, è stato portato a livello con l'ausilio del bisturi e di carte abrasive di varia grana.





Figure 20 e 21. Le due tavole dopo la stuccatura





Figure 22 e 23. *Adorazione dei Magi*, prima e dopo il restauro a confronto

Infine la reintegrazione pittorica è stata condotta rispettando i criteri di reversibilità e riconoscibilità dell'intervento: si sono usati gli acquarelli seguendo la tecnica del tratteggio.
Le opere sono state quindi verniciate a spruzzo con vernice finale da ritocco. Sul *Cristo caduto sotto la croce*, per rimediare alla resa disomogenea della verniciatura dovuta alle tre diverse preparazioni presenti sulla tavola, su quelle zone che avevano dato un assorbimento maggiore (parti perimetrali) la vernice è stata data anche a tampone.




Figure 24 e 25. *Cristo caduto sotto la croce*, prima e dopo il restauro a confronto

Conclusioni

Presentando questo lavoro, ho voluto evidenziare come il restauro sia stato occasione e strumento per conoscere due dipinti. Con esso è stato possibile avvicinarmi alle due tavole e capire quali furono i materiali e le tecniche applicate, come venne concepita la loro realizzazione e quale potesse essere la loro datazione. Ho voluto sottolineare come il restauro non debba essere inteso solo come un'analisi del degrado ed un conseguente intervento per sanarlo. Altre scienze come la diagnostica e la storia dell'arte diventano parte integrante di esso, perché ad esso necessarie. Senza queste risulterebbe incompleto: alcune scelte verrebbero prese con minor consapevolezza e non si riuscirebbe a valorizzare totalmente un'opera. Con il restauro si stabilisce un rapporto particolare con quest'ultima, più "intimo", che consente di non modificare il suo messaggio.

NOTE

[1] DRIEL laser optik technologie NIR1010 spectra
[2] Archivio di Stato di Savona. Serie I, busta 1191, fascicolo 1931. *"Inventario delli ori, gioie, argenti, robbe et altro dell'Oratorio et Ospitale di Nostra Signora di Misericordia di Savona, revisto e rinovato [...] 2 maggio 1674 cominciata il 18 giugno di detto anno e finita il 21. [...]In sacristia: un quadretto con imagine di Nostro Signore che porta la croce al monte Calvario con guarnizione osia cornice di lama sotile d'argento però assai guasta"*
[3] Poggio Poggi, *Catalogo della Pinacoteca Civica di Savona*, Officina d'Arte, Savona, 1938, p.22. *"Sala I. Autore ignoto, scuola lombarda, sec. XV, L'Epifania, tempera su tavola, 27 x 30. Donata dal Signor N. Duce"*
Doni e Depositi alla Civica Pinacoteca, Inventario, 1939. *"Duce Nicolò, L'Epifania di ignoto, Dono, n° 7 del catalogo*

BIBLIOGRAFIA

1. Archivio di Stato di Savona. Serie I, busta 1191, fascicolo 1931
2. *Doni e Depositi alla Civica Pinacoteca*, inventario, 1939
3. Poggio Poggi, *Catalogo della Pinacoteca Civica di Savona*, Officina d'Arte, Savona, 1938, p.22
4. *Biblia Sacra ad optima quaquae veteris, ut vocant, tralationis exemplaria summa diligentia, pari[que] fide castigata [Livre]: cum indicibus copiosissimis*, edita a Lione nel 1554 da Jean de Tournes, p. 909

VALUTAZIONE DELLA DURABILITA DI MALTE E CONGLOMERATI D'ALLETTAMENTO DI EDIFICI STORICI

Helga Corpora[*], Claudia Fiocchetti[*] , Raimondo Quaresima[*], Paola Meloni[**]

[*]Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali, 67040 Monteluco di Roio, L'Aquila
Tel. 0862/434263, fax 0862/434203, corpora@ing.univaq.it
[**] Dipartimento di Ingegneria Chimica e Materiali, Università di Cagliari, Piazza D'Armi, 09123 Cagliari

Abstract

Le murature di numerosi manufatti presenti in territorio abruzzese **[1]** presentano rilevanti problemi di dissesto strutturale e degrado. Le patologie sono molto simili tra di loro anche se le opere, edifici religiosi, civili e fortificazioni, risultano molto differenti per tipologia, materiali costruttivi, periodo storico e condizioni ambientali. Le mancanze dei conci e delle malte sono così gravi ed estese da mettere a rischio l'intera stabilità della struttura; il dissesto, generalmente, si localizza alla base della muratura, con perdita di intere porzioni di paramento ed esposizione del nucleo murario.
Se da un punto di vista diagnostico è necessario correlare le caratteristiche dei materiali costitutivi al degrado e al comportamento strutturale delle murature antiche, da un punto di vista conservativo appare indispensabile definire le caratteristiche delle malte da impiegare per il restauro in termini di tipologia, impiego, funzione e durabilità.
Nel presente lavoro norme già esistenti, ma riferite ad altri materiali, sono state impiegate per valutare la durabilità di malte e conglomerati d'allettamento prelevati da costruzioni storiche regionali. A tal fine si è fatto ricorso dapprima a cicli accelerati di invecchiamento artificiale mediante cristallizzazione salina (UNI EN 12370:2001) e, successivamente, di gelo e disgelo (UNI EN 12371:2003). I risultati ottenuti si presentano interessanti poiché permettono di validare, in termini di applicabilità e trasferibilità, le procedure normative sperimentate e, dall'altro, forniscono un importante strumento per ricavare importanti informazioni sulla qualità, in termini di durabilità, di malte e conglomerati storici.

Introduzione

Diverse murature antiche di fortificazioni, edifici civili e religiosi abruzzesi **[2,3]** presentano problemi di degrado simili per entità e patologie. Per tale motivo esse possono costituire un interessante caso di studio ai fini sia della comprensione dei meccanismi di degrado che della definizione dei materiali e delle tecnologie da impiegare per la conservazione. In taluni casi le mancanze di conci e malte nel paramento murario sono così gravi ed estese da mettere a rischio l'intera stabilità della struttura. Tale dissesto, nei casi più gravi, si localizza alla base della muratura, con perdita di intere porzioni di paramento ed esposizione del nucleo murario.
Nella comprensione del comportamento strutturale delle murature, il degrado e la qualità di malte e conglomerati, unitamente alla tipologia muraria ed ai fattori ambientali, riveste un ruolo fondamentale. Nel quadro regionale, tra i principali fattori di degrado, che influenzano la durabilità dei materiali costituenti le murature, si segnalano la cristallizzazione salina e la gelività. I danni causati dal gelo sono rilevanti sia per i materiali antichi che per quelli impiegati nella conservazione e nell'edilizia**[4-10]**. L'impiego di materiali non idonei, e quindi gelivi, è spesso legato ad una sottovalutazione del problema ed alla mancanza di controlli ed accertamenti diretti **[11].** Va anche detto che le modalità di prova stabilite dalla normativa difficilmente si prestano ad essere impiegate in cantiere soprattutto in quello di restauro; in alternativa alcune indicazioni possono essere ricavate ricorrendo a metodi indiretti più rapidi e riferiti a materiali generalmente estranei alla prassi conservativa **[12].** Nel caso specifico delle malte da restauro il problema della loro messa a punto **[13]** si presenta articolato se accanto alle caratteristiche di tipologia, impiego e funzione si aggiunge la durabilità.
Questa ultima caratteristica dovrebbe essere pertanto definita e successivamente accertata ricorrendo a protocolli di prova, rapidi e specifici, che utilizzino cicli di invecchiamento che tengono conto delle sollecitazioni cui è sottoposto il materiale in opera.
Da un punto di vista conservativo è prassi corrente valutare le caratteristiche chimiche-fisiche delle malte storiche per definire quelle da impiegare nel restauro e nella conservazione. Tuttavia tale caratterizzazione potrebbe essere insufficiente poiché non in grado di valutare la durabilità di entrambe le tipologie di malte; infatti se caratterizzare quelle storiche permette di tener conto di una serie di requisiti da assegnare alle malte per il restauro **[14,15],** rimane indefinito il problema della stima della loro qualità e vita utile. Definire queste ultime due caratteristiche potrebbe consentire un approccio nuovo al restauro in grado di ottimizzare, in termini di costi, tempi ed efficacia, gli interventi sulla base di controlli e misure periodiche.
Se la questione della durabilità delle malte viene poco affrontata in letteratura, il problema del suo accertamento è addirittura trascurato anche in relazione alla mancanza di metodologie o normative di riferimento.

Nel presente lavoro viene sperimentata l'applicabilità e la trasferibilità di norme già esistenti riferite ad altri materiali – UNI EN 12370-2001 *"Metodi di prova per pietre naturali: determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali"* e UNI EN 12371-2003 *"Metodi di prova per pietre naturali: determinazione della resistenza al gelo"* - per valutare la durabilità di alcune malte e conglomerati rappresentativi di murature antiche.

Parte Sperimentale

Materiali

Tutti i provini sottoposti alla sperimentazione (Tabella 1), di malte e conglomerati d'allettamento, sono stati campionati in accordo alla Raccomandazione NORMAL 3/80 "Campionamento" avendo cura di prelevare una stessa quantità in peso di materiale.

Tabella 1. Denominazione dei campioni e provenienza.

Denominazione	Prospetto	Provenienza
AQ1	Nord-Est	Cinta muraria - L'Aquila
AQ2	Sud-Est	Cinta muraria - L'Aquila
AQ3	Sud-Ovest	Cinta muraria - L'Aquila
AQ4	Nord-Est	Cinta muraria - L'Aquila
CM	Sud-Est	Castel del Monte – Grancia di S. Caterina (AQ)
AR1	Sud-Ovest	Edificio civile - Arsita (TE)
AR2	Sud-Est	Chiesa di S. Vittoria - Arsita (TE)
BAR1	Sud-Ovest	Castello di Barisciano (AQ)
BAR2	Sud-Ovest	Castello di Barisciano (AQ)
BAR3	Sud-Est	Castello di Barisciano (AQ)
BAR4	Nord-Est	Castello di Barisciano (AQ)

Metodi

La caratterizzazione delle malte di allettamento è stata eseguita in accordo con la normativa esistente (Raccomandazioni NORMAL e normativa UNI).

Resistenza alla cristallizzazione salina

Tutti i provini sono stati sottoposti a cicli di invecchiamento artificiale sulla base della procedura UNI EN12370 (2001). (Tabella 2).

Per valutare la resistenza alla cristallizzazione dei materiali si è scelto come parametro la variazione percentuale della massa, secca e umida, dei provini al ciclo i-esimo calcolata rispetto ai valori iniziali. I cicli di invecchiamento sono stati protratti fino alla polverizzazione del campione. In caso di rottura del provino le prove sono state effettuate sul pezzo di peso maggiore.

Tabella 2. Procedura per la valutazione della resistenza delle malte mediante cicli di cristallizzazione salina.

Fase iniziale	a) Essiccamento del provino in stufa (T=105°C±5°C) fino a peso costante (Normal 7/81)
	b) Determinazione della massa secca iniziale (**ms_0**) (Normal 7/81)
	c) Immersione del provino in soluzione satura di Na_2SO_4 $10H_2O$ per 2 ore
	d) Determinazione della massa umida iniziale (**mu_0**)
Ciclo i-esimo	e) Essiccamento del provino in stufa (T=105°C±5°C) per 1 ora
	f) Determinazione della massa secca **(ms_i)** (Normal 7/81)
	g) Immersione del provino in soluzione satura di Na_2SO_4 $10H_2O$ per 2 ore
	h) Determinazione della massa umida al ciclo i-esimo **(mu_i)**
Ciclo 15	i) Essiccamento del provino in stufa (T=105°C±5°C) per 1 ora
	l) Determinazione della massa secca **(ms_{15})** (Normal 7/81)
Fase di lavaggio	m) Immersione del provino in H_20 deionizzata per 24 ore
	n) Determinazione della massa umida **(mu_{15})**
Prosecuzione del successivo ciclo secondo la procedura del ciclo i-esimo.	

Resistenza alla gelività

La norma UNI EN 12371-2003 è stata applicata allo scopo di valutare se, tramite cicli di gelo e disgelo, nei campioni appartenenti ad uno stesso sito, si evidenziassero differenti comportamenti. Per tale ragione la norma è stata applicata solo sui campioni relativi al sito fortificato di Barisciano. Sintesi riassuntiva della procedura è riportata nella Tabella 3. Per valutare la resistenza dei materiali alla gelività si è scelto come parametro la variazione percentuale della massa umida dei provini al ciclo i-esimo calcolata rispetto ai valori iniziali.

Tabella 3. Procedura per la valutazione della resistenza delle malte mediante cicli di gelo-disgelo.

Fase iniziale	a) Essiccamento del provino in stufa (T=75°C±5°C) fino a peso stabile (Normal 7/81)
	b) Determinazione della massa secca iniziale (ms_0) (Normal 7/81)
	c) Immersione del provino in H_20 per 48 ±2ore
	d) Determinazione della massa umida iniziale (**mu_0**)
Ciclo i-esimo	e) Condizionamento del provino per 2 ore fino alla temperatura di - 8°C
	f) Congelamento del provino per 6 ore fino alla temperatura di - 12°C
	g) Scongelamento del provino - immersione in H_20 - per 6 ore (T=20±5°C)
	h) Determinazione della massa umida al ciclo i-esimo **(mu_i)**
Prosecuzione del successivo ciclo secondo la procedura del ciclo i-esimo.	

Risultati e discussione

Le principali caratteristiche delle malte assoggettate a cicli di cristallizzazione salina e gelività sono riportate nella Tabella 4. Le malte dell'entroterra abruzzese sono tra loro molto simili e caratterizzate dall'impiego di calcari locali frantumati di origine naturale o artificiale. La distribuzione granulometrica, oltre che per l'assortimento **[16],** si caratterizza per le elevate dimensioni (anche dell'ordine di diversi centimetri) degli aggregati tanto da poter definire il materiale conglomerato. Al contrario, nella fascia pedemontana, a parte alcune aree tipiche ben delimitate a ridosso della catena del Gran Sasso**,** i materiali di allettamento, malte, impiegano aggregati molto fini costituiti da sabbie o arenarie. Poiché in tutti i materiali è stato impiegato come legante la calce aerea, le differenti colorazioni degli impasti vanno correlate esclusivamente alla natura degli aggregati. Le malte pedemontane presentano proprietà e caratteristiche molto diverse da quelle delle malte e dei conglomerati dell'entroterra.
I risultati delle prove della resistenza alla cristallizzazione salina sono riportati nelle Figure 1-3.
In generale, in tutti i casi i campioni mostrano una continua e progressiva perdita di peso della massa secca e della massa umida. Andamento, velocità del fenomeno e ciclo finale di polverizzazione consentono di caratterizzare e definire il comportamento dei provini. In particolare i dati ottenuti permettono, di suddividere i campioni nelle seguenti tipologie di resistenza a cristallizzazione salina:

- AR2 e AR1, malte con la minima resistenza, rispettivamente a 1 e 7 cicli;
- CM, AQ1 e BAR2, conglomerati con resistenza fino a 20 cicli;
- AQ2, AQ3, AQ4 e BAR1, conglomerati con resistenza intorno a 30 cicli;
- BAR3 e BAR4, conglomerati con la massima resistenza (50 cicli).

Sembrerebbe pertanto possibile proporre, in funzione del numero di cicli, una suddivisione della resistenza alla cristallizzazione nelle seguenti classi: scarsa (inferiore a 10 cicli), bassa (compresa tra 10 e 20 cicli), media (compresa tra 20 e 30 cicli), buona (compresa tra 30 e 40 cicli) ed elevata (maggiore di 40 cicli).
I risultati delle prove di gelività eseguiti su un gruppo omogeneo di campioni (Barisciano) sono riportati nella Figura 4. Se si esclude il campione BAR 4, tutti gli altri presentano una resistenza al gelo molto simile e mediamente pari a 18 cicli. Tale valore è, tutto sommato, soddisfacente se si tiene conto che 20 sono i cicli, previsti dai principali riferimenti normativi che il materiale deve superare, senza presentare difetti e rotture, per essere dichiarato non gelivo. Tuttavia, se si confronta la resistenza al gelo con quella alla cristallizzazione salina si osserva come alcuni campioni (BAR 4 e BAR 2) presentino andamenti discordanti. Questo dato è estremamente interessante poiché, visti gli ottimi risultati del BAR4 alla cristallizzazione salina, ci si sarebbe aspettati un comportamento analogo nei confronti della gelività e, probabilmente, le prove di gelo sarebbero state ritenute superflue. Tale dato non è casuale, poiché rappresentativo di altri campioni con simile comportamento e prelevati nel prospetto della muratura del Castello di Barisciano più degradato poiché esposto alla direzione prevalente delle piogge (Nord Est) **[17].**
In definitiva, per pervenire ad una valutazione della durabilità dei materiali, valutazione seppure qualitativa e preliminare, è necessario accertare la loro resistenza attraverso prove sia di cristallizzazione salina che di

gelività. Nessuna delle due prove può essere esclusa a priori se non si è certi, attraverso un attività diagnostica, dell'assenza dei citati fenomeni. I comportamenti del materiale alle sollecitazioni fisiche possono essere alquanto differenti poiché un materiale molto resistente alla cristallizzazione salina potrebbe manifestare una elevata vulnerabilità al gelo. Per giustificare tale comportamento le caratteristiche chimiche e fisiche del materiale vanno necessariamente correlate con quelle del manufatto in termini di esposizione, tipologia, tecnica costruttiva, uso e condizioni climatiche.

Figura 1. Andamento della cristallizzazione salina : cinta muraria dell'Aquila.

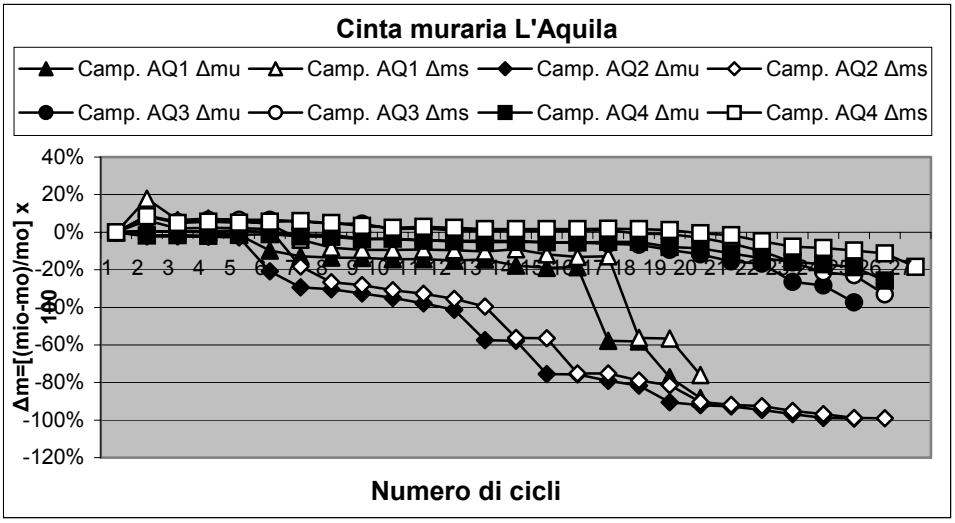


Figura 2. Andamento della cristallizzazione salina : Castel del Monte (AQ) ed Arsita (TE).

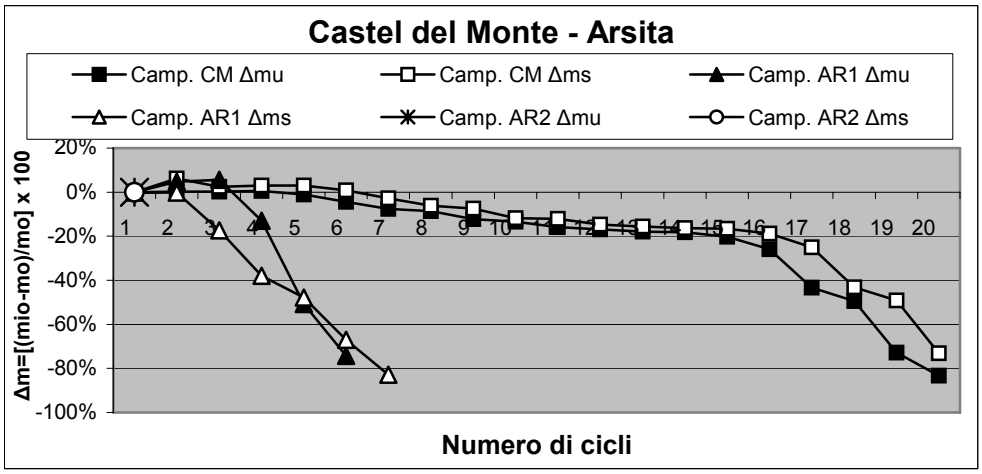


Figura 3. Andamento della cristallizzazione salina : Barisciano (AQ).

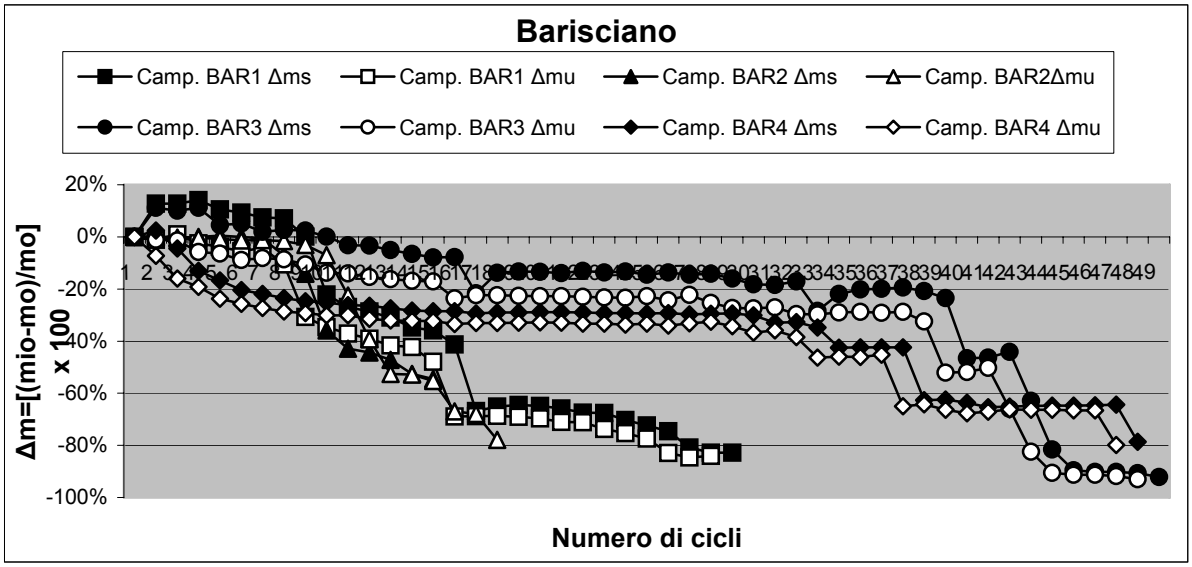
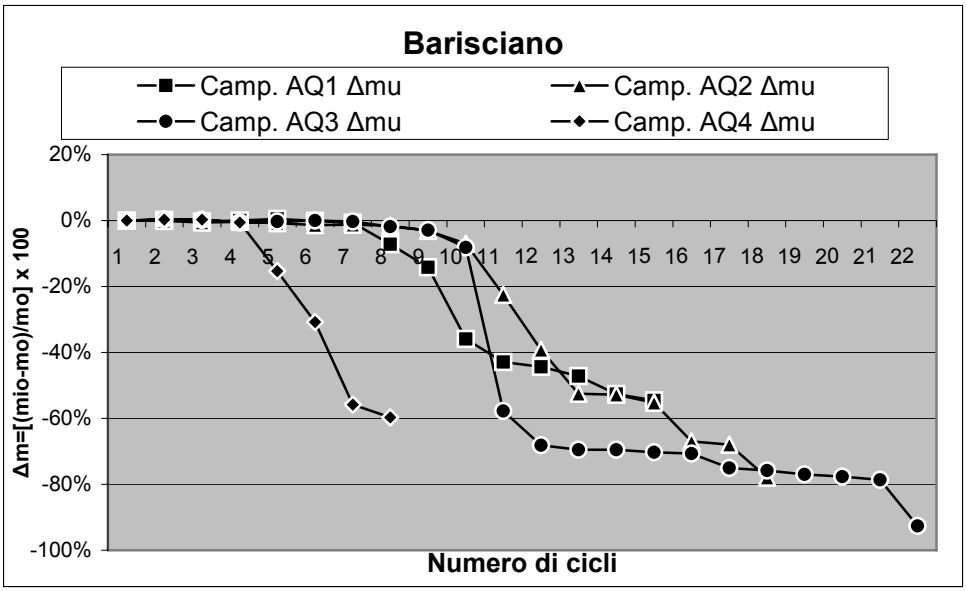


Tabella 4. Risultati sperimentali : principali caratteristiche delle malte di allettamento.

AQ 4	CM	AR 1	AR 2	BAR 1	BAR 2	BAR 3	BAR 4
Colore bianco; presenza di grumi bianchi	Colore crema	Colore ocra, natura terrigena	Colore ocra, natura terrigena	Colore bianco; presenza di grumi bianchi, cocciopesto, fessurazioni	Colore bianco, presenza di cocciopesto	Colore nocciola, presenza di scorie carboniose e grumi bianchi	Colore bianco; presenza di inclusioni carboniose e fossili
Tenace	Assai Tenace	Friabile	Friabile	Tenace	Tenace	Tenace	Tenace
Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea
Carbonatica	Carbonatica	Silicea	Silicea	Carbonatica	Carbonatica	Carbonatica	Carbonatica
Conglom. Medio-fine	Conglom. Medio	Siltoso fine	Siltoso fine	Conglom. Medio	Conglom. Medio	Conglom. Medio	Conglom. Medio
Bianco-nocciola	Bianco	Ocra-grigio	Ocra-grigio	Bianco	Bianco	Bianco	Bianco
Concrezioni	-	Concrezioni	Concrezioni	-	-	-	-
Media	Bassa	Bassa	Bassa	Media	Media	Media	Media
Sub-angoloso	Fortemente Angoloso	Angoloso	Angoloso	Angoloso	Angoloso	Angoloso	Angoloso
Abrasa	Abrasa	Liscia	Liscia	Abrasa	Abrasa	Abrasa	Abrasa
-	-	-	-	-	-	-	-
Assai scarsamente classato	Ben classato	Moderamente classato	Moderamente classato	Scarsamente classato	Assai scarsamente classato	Scarsamente classato	Scarsamente classato
Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea
Basso	Basso	Medio	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso
0,2 - 10	0,2 - 27	0,2-3	0,2-3	1 - 60,3	0,7 - 60,2	0,5 - 58,6	0,5 - 58,6
Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea	Omogenea
Sparitica	Sparitica	Colloforme	Colloforme	Sparitica	Sparitica	Sparitica	Sparitica

CAMPIONI CARATTERISTICHE	AQ1	AQ 2	AQ 3
Descrizione	Colore bianco; presenza di grumi bianchi	Colore bianco	Colore bianco
Coesione	Tenace	Tenace	Tenace
Legante	Calce aerea	Calce aerea	Calce aerea
Aggregato Natura	Carbonatica	Carbonatica	Carbonatica
Aspetto dimensionale	Conglom. Medio	Conglom. Medio	Conglom. Medio-fine
Colore	Bianco	Bianco-nocciola	Bianco
Fasi secondarie	Concrezioni	-	Efflorescenze
Sfericità	Media	Media	Bassa
Arrotondamento	Sub-angoloso	Sub-angoloso	Sub-angoloso
Morfologia superficiale	Abrasa	Abrasa	Abrasa
Orientamento	-	-	-
Classazione	Scarsamente classato	Assai scarsamente classato	Scarsamente classato
Distribuzione	Omogenea	Omogenea	Omogenea
Addensamento	Basso	Basso	Basso
Dimensione min-max (mm)	0,2 - 32	0,2 - 45	0,2 - 16
Matrice Struttura	Omogenea	Omogenea	Omogenea
Tessitura	Sparitica	Sparitica	Sparitica

Figura 4. Andamento della resistenza a cicli di gelo-disgelo : Barisciano (AQ).



CONCLUSIONI

Il presente lavoro dimostra che è possibile applicare normative esistenti, seppure riferite ad altri materiali, per verificare la resistenza alla cristallizzazione salina (UNI 12370:2001) ed alla gelività (UNI 12371:2003) di malte e conglomerati di allettamento prelevati da edifici storici.

Se si adotta come parametro per seguire l'evoluzione dei fenomeni la variazione della massa umida e secca dei campioni, si dispone di dati (andamento, velocità del fenomeno e numero di cicli) continui e fortemente differenziati in grado di caratterizzare la resistenza dei materiali. In particolare, in funzione del numero di cicli, le malte e i conglomerati possono essere suddivisi in classi di resistenza alla cristallizzazione salina.

Tuttavia, solo dopo aver accertato la resistenza dei materiali alla gelività è possibile pervenire alla stima della loro durabilità previa comprensione ed elaborazione di tutti i dati ottenuti. In taluni casi è infatti necessario correlare le caratteristiche chimico fisiche dei materiali con quelle del manufatto per tener conto di eventuali anomalie.

Infine, sulla base dell'esperienza maturata attraverso l'applicazione delle norme esistenti sulla cristallinità salina e sulla gelività, per ridurre i tempi di prova ed ottimizzare i risultati ottenuti, si propone la messa a punto di un unico protocollo che utilizzi contemporaneamente entrambe le sollecitazioni.

BIBLIOGRAFIA

[1] Gavini Ignazio Carlo, *"Storia dell'Architettura in Abruzzo"*, Ed. Costantini, , **III**, Pescara, 1980.
[2] R. Quaresima, G. Scoccia, R. Volpe, G. Taglieri, *Caratterizzazione dei materiali e delle forme di degrado dell'architettura religiosa aquilana*., in Atti del III Convegno Restauro e conservazione dei Beni Culturali: Materiali e tecniche, Cassino, 3-4 Ottobre, 2003.
[3] R. Quaresima, G. Scoccia, R. Volpe, G. Taglieri, *Strategy for the conservation of the religious architectural surfaces of the city of L'Aquila: compatible materials and methodologies.*, Lisbona, 2004.
[4] Winkler, M., Stone: properties. Durability in man's environment. Springer Verlag, Wien-N.Y. 1975.
[5] Pascua, N.G., Sanchez de Rojas, M.I., Frias, M., Determination of the differences in the physical properties of the treated Villamayor Sandstone under natural and artificial ageing. 3th Int. Symp. Conservation of Momuments in the Mediterranean Basin", Venezia, 937-945, 1994.
[6] "Suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche" Circ. Min. LLPP n. 22631 del 24.05.1982.
[**7]** Lautridou, J.P., Ozouf, J.C., Relation entre la gelivitè et les proprietes des roches calcaires. Coll. Int. UNESCO-RILEM, **3.3**,1988.
[8] L. Franke, J. Grabau, *Transport of Salt Solutions in Brickwork*, in *Conservation of Historick structures, case studies and Reports of Research*, Shaftesbury 1998.
[9] C. Atzeni, M.G. Cabiddu, L. Massidda, U. Sanna, *Degrado di intonaci per cristallizzazione di sali. Protezione con l'impiego di polimeri*, in *Calcestruzzi antichi e moderni: storia, cultura e tecnologia*, Atti del Convegno di Studi Bressanone 6-9 Luglio 1993, Padova 1993.
[10] R. Quaresima, G. Scoccia, R. Volpe, *La gelività dei materiali lapidei naturali: problematiche metodologiche e conservative.* VI Congresso Nazionale AIMAT, Modena, Settembre, 2002.
[11] Regio Decreto n. 2232 16.11 1939 "*Norme per l'accettazione delle pietre naturali e da costruzione*" G.U. n. 92 del 18.04.1940.
[12] UNI 8635-12 *Edilizia:Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro*, (1984).
[13] Quaresima R., Corpora H., Fiocchetti C., Scoccia G., Volpe R., "*Una proposta metodologica per la definizione di malte e conglomerati per la conservazione delle murature antiche: applicazione al caso del Castello di Barisciano*."Raccolta Atti del VIII Convegno Nazionale AIMAT, Palermo 27 giugno -1 luglio 2006.
[14] Quaresima R., Corpora H., *Malte storiche e da restauro: normativa esistente e prospettive future*, Notiziario AIAR (Associazione italiana di Archeometria) n° 10 – dicembre 2005, Patron editore, Bologna.
[15] Corpora H.**,** ***Il castello di Barisciano: modello di studio per la conoscenza e la conservazione dell'architettura fortificata,*** in l'Ateneo Informa, Periodico dell'Università degli Studi dell'Aquila, Anno II (2007), 4, L'Aquila.
[16] Corpora H., Quaresima R., Scoccia G., Volpe R.**,** ***Il ruolo degli aggregati nei conglomerati storici del castello di Barisciano a L'Aquila,*** Raccolta Atti del IV Convegno Nazionale di IGIIC, Lo Stato dell'Arte 4, Siena, 28-30 settembre 2006, 511-517,Nardini Editore
[17] R. Quaresima, H. Corpora, R. Volpe**,** *Characterization and influence of the ancient mortars on the decay of medioeval castle of Barisciano, L'Aquila (Italy)*, Proceedings of the International Conference on Heritage , weathering and Conservation, (HWC-2006), Madrid 21-24 june 2006, I, 91-96, ed.Taylor & Francis, ISBN 0415412722.

GLI APPARATI DECORATIVI A MARMORINO IN PALAZZO CAISELLI A UDINE: TECNICA ESECUTIVA E INTERVENTO DI RESTAURO

Pietro Ruschi *, Sabino Giovannoni **, Stefania Luppichini *, Sara Penoni ***, Cristiana Todaro *****

*Professore Ordinario di Restauro, Università degli Studi di Udine, Facoltà di lettere e filosofia, Via T. Petracco 8, 33100 Udine, pietro.ruschi@uniud.it
** Restauratore, Giovannoni restauri s.n.c., Via Rodolfo Moranti 15, 50029 Tavarnuzze (FI)
*** Restauratrice, FABERestauro s.n.c., Piazza Ginori 13, 50019 Sesto F.no (FI), faberestauro@libero.it

Le vicende della fabbrica e l'intervento di restauro



Figura 1. Il Palazzo Caiselli dopo l'intervento di restauro

Fino dai primi anni del XVII secolo, i Caiselli, appartenenti a una facoltosa famiglia di origine bergamasca da poco stabilitasi a Udine (dove ben presto fu nobilitata e ottenne il titolo comitale con il predicato di Reana), iniziarono un'intensa campagna di acquisizioni immobiliari in "Borgo San Cristoful" al fine di realizzare il loro palazzo. Alla metà del secolo essi affidarono al "muraro" Giovan Battista Stella tale incarico. L'intervento dello Stella, tuttavia, riguardò soprattutto lavori di trasformazione interna per uniformare e rendere funzionali i diversi edifici. Intorno alla metà del Settecento seguì una seconda fase di lavori, di cui non si conosce il progettista, che riguardò il fronte del palazzo sull'attuale via Caiselli e la realizzazione di una diffusa decorazione interna di gusto rococò, eseguita con largo uso di marmorini e imperniata sulla collocazione della grande tela di Giambattista Tiepolo al centro del soffitto del salone al piano nobile raffigurante "La Nobiltà e la Virtù che trionfano sull'ignoranza" (oggi nei Musei Civici di Udine). Solo sul finire di quel secolo i Caiselli affrontarono un importante problema, rimasto fino ad allora insoluto ma che avrebbe costituito il suggello della loro impresa: la realizzazione della facciata. L'incarico fu dato all'architetto francese Jean Le Terrier de Manetot, transfuga antinapoleonico riparato in Friuli, che la progettò (1799) utilizzando un sobrio ma raffinato linguaggio neoclassico (**Figura 1**). Poco tempo dopo molte sale venivano decorate dai più abili pittori e quadraturisti udinesi, quali Marino Urbani, Giambattista Canal, Giuseppe Del Negro. In quegli anni, grazie a ulteriori acquisti, l'intero isolato divenne proprietà dei conti Caiselli che, nel 1852, dettero incarico all'architetto udinese Andrea Scala di eseguire le nuove scuderie e l'accesso monumentale sul vicolo Florio. A partire dalla metà del '900, a causa di progressive difficoltà economiche dei proprietari, seguì un periodo di abbandono e degrado. Fra il 1984 e il 1989 l'Università degli Studi di Udine acquistò il palazzo; nel 1996 fu redatto il progetto e fra il 2001 e il 2006 fu eseguito il restauro per destinarlo a nuova sede del Dipartimento di Storia e Tutela dei Beni Culturali.

Tale intervento ha riguardato l'intero complesso architettonico e ha avuto il fine primario di conservarne integralmente gli elementi architettonici e decorativi, molti dei quali sono stati rinvenuti nel corso dei lavori. Si è inoltre provveduto a realizzare le opere di consolidamento necessarie per mettere in sicurezza l'intera struttura e renderla quindi agibile tramite l'adeguamento agli opportuni carichi di esercizio; la fabbrica è stata poi fornita di tutti gli impianti necessari, sia meccanici che elettrici; infine, alcuni circoscritti interventi di carattere distributivo ne hanno favorito la funzionalità in rapporto alla sua nuova destinazione.

La composita e plurisecolare costruzione del palazzo ha reso assai difficili molte di tali operazioni. Sul piano strutturale si sono resi necessari interventi complessi, come gli interventi in fondazione, il consolidamento di alcune murature e di tutti i solai lignei, la realizzazione di travi reticolari in acciaio per sostenere le coperture sul lato di via Caiselli e consentire così la completa fruizione dei vani del sottotetto. Sul piano architettonico e distributivo si è cercato di conservare la stratificazione storica dell'edificio nella sua interezza, limitandoci a rimuovere solo alcune manomissioni eseguite dopo la metà del secolo scorso con fini esclusivamente speculativi. Dove si è reso necessario intervenire ex-novo per ragioni di agibilità e di decoro, come, ad esempio, nella

pavimentazione in cemento dei due cortili, si è proposto un disegno moderno, ben caratterizzato ma consentaneo alla fabbrica e alla tradizione locale sotto il profilo formale e materico.
Un capitolo particolare di questo restauro, che ha profondamente condizionato anche tutti gli altri settori, è rappresentato dall'apparato decorativo interno. Il ritrovamento, sotto strati di tinteggiature e imbiancature se non addirittura di rimpelli, di numerose e dimenticate pitture murali (in gran parte databili al periodo sette-ottocentesco) ha richiesto attente valutazioni di natura critica e analitica, cui ha fatto seguito una fase di lavori particolarmente complessa sia a causa della loro tecnica d'esecuzione (spesso con parti eseguite a secco), sia della composizione delle soprastanti imbiancature (spesso a calce). Non meno sorprendente il rinvenimento, sotto innumerevoli ridipinture e strati di sporco, di una preziosa decorazione araldica policroma nelle metope dei solai lignei di due grandi vani al piano terreno, databile al tardo Quattrocento, e, al piano nobile, di uno splendido soffitto dipinto a monocromo.



Figura 2: Lo scalone decorato con stucchi a marmorino

Durante il restauro si è inoltre palesata la diffusa presenza di preziosi marmorini colorati in pasta, spesso tanto degradati e ridipinti da rendere necessaria un'attenta ed estesa opera di pulitura, di consolidamento e di restauro. Solo in alcuni casi (cornici della facciata su Piazza San Cristoforo, parte della volta del salone, ecc.), la dimensione delle lacune ha richiesto interventi di carattere integrativo. Il recupero delle cromie originarie dei marmorini, tutte giuocate sui delicati colori "d'aria" settecenteschi, dal rosa all'azzurro, al verde, ha rappresentato una delle fasi più significative per la reintegrazione dell'immagine del palazzo.

Palazzo Caiselli a Udine: un esempio di decorazione a stucco di gusto rococò.

Il Palazzo Caiselli si presenta ancora oggi come un sontuoso edificio, ricco di decorazioni murali che ne impreziosiscono gli ambienti, in un complesso impaginato edilizio distribuito intorno a due corti interne.
Due scaloni monumentali offrono l'accesso ai piani alti dell'edificio; in origine entrambi erano decorati con stucchi a 'marmorino' bianco campiti su sfondi colorati, ma, in seguito a trasformazioni operate nell'Ottocento, uno dei due fu modificato radicalmente: oggi di quest'ultimo rimane solo una parte del soffitto, realizzato a marmorino bianco con fondi rosa, visibile attraverso una apertura che si affaccia sul retro dell'attuale volta.
Nello scalone rimasto nello stato originale (**Figura 2**) la decorazione ricopre tutti i soffitti dei pianerottoli e i sottoscala con specchiature di forma geometrica a stucco bianco che sormontano lievemente fasce a marmorino verde, circondate da cornici modanate di stucco bianco; tutte le finestre che si affacciano sulla scala sono anch'esse ornate con specchiature verdi e cornici bianche modanate. Al culmine dello scalone doveva essere il soffitto ornato con una decorazione più articolata e visibile dall'inizio della scala, ma a causa dell'incuria, numerose infiltrazioni ne hanno causato la perdita.
Nel piano nobile gli ambienti decorati a stucco policromo non si presentano nella loro originaria completezza, ma, purtroppo, conservano soltanto frammenti della antica ornamentazione. È il caso delle sale dove sono rimaste le raffinate incorniciature delle finestre, decorate con eleganti pannelli che mostrano motivi stilizzati di intrecci di vegetali, eseguiti in basso rilievo con stucco bianco su fondi colorati rosati o verdi. Infatti, se originariamente erano inserite all'interno di un impianto decorativo più ampio che coinvolgeva le pareti e il soffitto di ogni ambiente, oggi si presentano isolate, con il profilo esterno manomesso.
La decorazione a stucco ha il suo maggior risalto nel maestoso salone il cui soffitto fu appositamente disegnato per accogliere al centro la grande tela di Giovan Battista Tiepolo (**Figura 3**). Il soffitto, in marmorino, è realizzato secondo un impianto di tipo geometrico in cui cornici modanate in stucco bianco di forma mistilinea sono alternate a fasce verdi con motivi di girali in basso rilievo; quattro medaglioni a fondo rosa separati da specchiature bianche fungono da collegamento fra soffitto e pareti. Le pareti conservano ancora, fino al piano del ballatoio,



Figura 3: Il salone principale

la finitura a marmorino lisciato, così come le finestre che vi si aprono, mentre al di sotto del ballatoio del paramento a stucco sono rimasti soltanto i sovrapporte delle quattro entrate. Qui i motivi a intrecci di vegetali, che racchiudono al centro due stemmi dipinti probabilmente con tempera grassa, sono realizzati a stucco bianco e modellati a fresco sul fondo inciso di colore verde.
Ultima grande impresa decorativa riguarda la sistemazione della facciata del palazzo, secondo un gusto neoclassico, compiuta all'incirca all'inizio dell'Ottocento. Anche in questo caso lo stucco è largamente impiegato nella realizzazione delle complesse cornici alla sommità della facciata e del timpano, mentre gli altri elementi architettonici, come i capitelli e le incorniciature delle finestre sono in pietra calcarea. In tale occasione il materiale meno pregiato imita quello più nobile sicuramente più costoso e di difficile messa in opera su superfici così vaste.

Tecnica esecutiva degli apparati decorativi a marmorino.

Grazie a numerosi dati raccolti durante l'intervento di restauro che ha interessato tutti gli apparati decorativi presenti all'interno del Palazzo, è stato possibile raccogliere numerosi dati riguardanti la tecnica e le modalità di esecuzione degli stucchi e valutare il degrado a cui erano stati soggetti al fine di indirizzare l'intervento di restauro.
È importante precisare che gli stucchi sono stati realizzati a 'fresco' direttamente sul luogo dove si trovano, per comprendere l'abilità delle maestranze che operavano con scarso margine d'errore.
L'intervento decorativo all'interno del palazzo cominciò con la realizzazione di nuove strutture necessarie per accogliere e sostenere il lavoro in stucco, sia per quanto riguardava i soffitti che gli intradossi delle finestre. Vennero impiegati travicelli dalla superficie resa irregolare da colpi di ascia per migliorare la adesione dell'intonaco, e inchiodati parallelamente su una 'ossatura' di legno (**Figura 4**).



Figura 4. Particolare del soffitto realizzato "a arelle"

Nel caso dei soffitti, e per contrastare la tendenza degli intonaci a distaccarsi dal supporto a causa delle sollecitazioni del peso e della diversa elasticità dei materiali, veniva 'gettato' al di sopra dei travicelli un consistente strato di malta, unita a paglia per renderla più plastica e leggera, che fuoriuscendo dagli spazi presenti fra i travicelli creava una buona superficie di contatto con cui il primo strato dell'intonaco applicato al soffitto poteva imparentarsi.
A seguire venivano applicati e livellati i successivi strati di intonaco di sottofondo attenendosi ai tempi di asciugatura per evitare il pericolo di crepe o distacchi. Le cornici venivano modanate fin dai primi strati utilizzando sagome fatte scorrere su guide appositamente collocate.
La malta degli strati preparatori risulta composta da sabbia (per la maggior parte di natura carbonatica e solo in misura minore silicatica), calce e con una percentuale di gesso. La presenza del gesso, rilevato dalle analisi, doveva conferire caratteristiche di maggiore plasticità alla malta e un minore ritiro in fase di asciugatura. Inoltre, diminuendo il tempo di presa della malta, permetteva di accelerare la sovrapposizione dei diversi strati e evitava, soprattutto sui soffitti, il pericolo di distacchi o deformazioni [1].
Una volta asciugati gli strati preparatori venivano applicati i livelli più superficiali, di pochi millimetri, composti per le campiture bianche da grassello di calce e polvere di marmo di granulometria molto fine, e modificati con l'aggiunta di pigmenti per ottenere gli impasti impiegati nelle fasce colorate (**Figura 5**). Si procedeva quindi a levigare la superficie "a fresco" con frattazzi di ferro e cazzuole [2].
Per realizzare i pannelli con l'ornamentazione a basso rilievo, dopo aver steso e lisciato l'impasto colorato che fungeva da fondo, veniva riportato



Figura 5. Sezione stratigrafica di una campione prelevato da una incorniciatura a marmorino

sullo stucco fresco il disegno della decorazione tramite incisione a cartone; questi segni sono infatti ancora visibili nelle zone dove si è perso lo stucco modellato (**Figura 6**). A questo punto, veniva plasmato a fresco il bassorilievo utilizzando la malta di tono bianco, curandolo nei minimi dettagli, attendendo i tempi corretti di presa e utilizzando stecche e ferri per lisciarlo.
Sulle pareti a marmorino di epoca ottocentesca di uno degli scaloni [3] è presente una finitura dai toni ambrati molto compatta e brillante: tale strato corrisponde molto probabilmente a una finitura applicata sul marmorino secco e consistente in una miscela a base di cera d'api liquida. Tale prodotto veniva usualmente applicato per conferire allo stucco caratteristiche di estrema lucentezza facendone risaltare la superficie levigata. Inoltre, limitandone la porosità, questo trattamento garantiva allo stucco una migliore conservazione. Veniva steso a pennello una volta che l'intonaco era completamente asciutto e dopo che era stato già perfettamente lisciato e lucidato a fresco [4]. Passato il tempo occorrente alla penetrazione della miscela e alla evaporazione del solvente si procedeva alla lucidatura vera e propria eseguita strofinando delicatamente la superficie con panni morbidi.



Figura 6. Particolare dell'incisione a cartone

Stato di conservazione e intervento di restauro

Gli stucchi erano completamente ricoperti da più strati di tempere e scialbi che ne alteravano i valori cromatici e nascondevano le preziose superfici dalle eleganti colorazioni "in pasta" e dal raffinato modellato. Erano diffusamente presenti aloni provocati dall'affioramento in superficie di sostanze organiche veicolate dalle numerose infiltrazioni. Sempre a causa di infiltrazioni di acqua piovana erano riscontrabili efflorescenze saline che nei casi più gravi avevano causato la perdita del modellato originario e talvolta la caduta di parti più o meno estese di stucco. Numerose lesioni e distacchi erano riscontrabili accanto a mancanze già risarcite in passato con malte cementizie o a gesso (**Figure 7-8**)
L'intervento di restauro è stato indirizzato, nella prima fase, al recupero delle cromie originali tramite l'operazione di pulitura finalizzata alla rimozione degli strati deturpanti sovrapposti nel corso del tempo (**Figura 9**). Dopo aver bagnato la superficie con acqua, aiutandosi con un getto di vapore a bassa pressione, e con spazzolini, bisturi e spugne, sono stati rimossi gli strati di scialbo ammorbiditi. Per rimuovere gli strati più resistenti è stata applicata, su carta giapponese o in compresse composte da polpa di cellulosa Arbocel BC200 e Sepiolite, una soluzione satura di carbonato di ammonio, con tempi di contatto di circa un'ora.
Per rimuovere gli aloni gialli e i sali solubili presenti nelle zone interessate da infiltrazioni sono stati applicati impacchi di assorbimento composti sempre da polpa di cellulosa e sepiolite con acqua deionizzata e l'aggiunta ove necessario di acqua ossigenata a 6 vol. Gli impacchi sono stati rimossi dopo la completa asciugatura e ripetuti più volte in caso di aloni più tenaci o di una ingente presenza di sali.

Le fermature dell'intonaco laddove distaccato sono state eseguite, dopo aver assicurato la zona con puntelli, con iniezioni di malte idrauliche premiscelate (tipo PLM A-AL) diluite con acqua e dove necessario con aggiunta del 3 % di una resina acrilica in emulsione (Acril 33).
Sui soffitti, dove erano presenti di porzioni di intonaco distaccate dal supporto, sono stati effettuati ancoraggi e imperniature con barre filettate di acciaio inox fissate da un lato all'intonaco appositamente forato e dall'altro alle arelle di supporto o, dove possibile, avvitate al di sopra della struttura portante del soffitto.



Figure 7-8. Esempi di mancanze risarcite con stuccature a gesso, visibili dopo la rimozione degli strati di ridipinture

Le vecchie stuccature sono state rimosse se considerate esteticamente invasive o dannose per la stabilità della pittura, altrimenti sono state trattate superficialmente con una malta fine composta da calce e polvere di marmo e velate con colori a calce per accordarle allo stucco originale circostante. Le lacune sono state risarcite utilizzando malte compatibili con quelle originali, composte da grassello di calce e sabbia per gli strati più profondi, da grassello di calce, polvere di marmo e pigmenti compatibili alla basicità della calce per lo strato finale. La superficie è stata lisciata 'a fresco' con spatole metalliche per ottenere un effetto imitativo.



Tutte le stuccature sono state infine ritoccate a imitazione dello stucco originale con colori a calce e le macchie invasive velate con pigmenti stemperati in caseinato di ammonio. Nel caso dello scalone ottocentesco le stuccature sono state infine trattate in superficie con cera microcristallina e lucidate a imitazione del marmorino circostante.

Figura 9. Particolare di una incorniciatura in fase di descialbo

NOTE

[1] Cfr. Arcolao Carla *"Le ricette del restauro. Malte intonaci, stucchi dal XV al XIX secolo"*, Marsilio Editori, Venezia, 1998, pagine 48-52

[2] Alcune sostanze coadiuvanti come sapone venivano spesso applicate in superficie per agevolare questa operazione, permettendo una migliore scorrevolezza ai ferri. Tuttavia qui i test microchimici non hanno rilevato la presenza di materiali organici.

[3] Si fa riferimento allo scalone che fu radicalmente modificato nell'800

[4] La lucidatura e secco con la cera necessitava una superficie già levigata a fresco con l'aggiunta di sostanze organiche applicate a pennello sulla superficie. Infatti un marmorino opaco o lisciato "al naturale" avrebbe assorbito troppo velocemente e in maniera irregolare la miscela provocando la comparsa di macchie.
Cfr. Fogliata Mario, Sartor Maria Lucia, *"L'arte dello stucco a Venezia"*, Edilstampa, Roma, 1995 pagina 151

BIBLIOGRAFIA

1. Amendolagine Francesco, "Le tecniche ed i materiali dello stucco forte nelle fonti dal rinascimento alla modernità", in "LO STUCCO Cultura, Tecnologia, Conoscenza", Atti del Convegno di Studi, Scienza e Beni Culturali XVII, Edizioni Arcadia Ricerche, Bressanone 10-13 Luglio 2001, 1-17
2. Arcolao Carla *"Le ricette del restauro. Malte intonaci, stucchi dal XV al XIX secolo"*, Marsilio Editori, Venezia, 1998
3. Bergamini Giuseppe *"Ornati de stucchi a Udine tra sei e settecento"* in "*L'arte dello stucco in Friuli nei secoli XVII-XVIII*", Atti del convegno Internazionale (Passariano- Udine, 24-26 febbraio 2000) Udine Musei, Udine, 2001, pagine 231-248
4. Fogliata Mario, Sartor Maria Lucia, *"L'arte dello stucco a Venezia"*, Edilstampa, Roma, 1995
5. Fogliata Mario, "*Tecnica costruttiva degli apparati decorativi a stucco di marmorino"*, in "*L'arte dello stucco in Friuli nei secoli XVII-XVIII*", Atti del convegno Internazionale (Passariano- Udine, 24-26 febbraio 2000) Udine Musei, Udine, 2001, pagine 1 – 10
6. Famiglietti Laura, Scioscia Santoro Chiara, *"La tecnica dello stucco attraverso le fonti: tecnica di esecuzione e caratterizzazione chimico-fisica dei materiali"*, in "*LO STUCCO Cultura, Tecnologia, Conoscenza*", Atti del Convegno di Studi, Scienza e Beni Culturali XVII, Edizioni Arcadia Ricerche, Bressanone 10-13 Luglio 2001, 19-26
7. Luppichini Stefania *"L'arte dello stucco tra il seicento e il settecento: tecniche esecutive, cause di degrado e interventi di restauro"*, Tesi di Diploma Opificio delle Pietre Dure, Firenze, 2000.
8. Maltese Corrado, *"Le tecniche artistiche"*, Gruppo Ugo Mursia Editore, Milano, 2005, pagine 127-132
9. Matteini Mauro, Moles Arcangelo, *La chimica del restauro. I materiali dell'arte pittorica*, Ed. Nardini, Firenze, 1996.

10. Ruschi Pietro "*Il Palazzo Caiselli di Udine: dallo studio delle vicende costruttive al progetto di restauro"* in *L'Università del Friuli. Vent'anni*, Forum Ed., Udine, 1999, pagg. 387-397.
11. Ruschi Pietro, "*Problemi di metodo e aspetti operativi nel restauro del Palazzo Caiselli a Udine"*, in "Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia", LV (2004), 2, pp. 12-15.

RINGRAZIAMENTI

Arch. Carla Rigo, Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici del Friuli Venezia Giulia;
Dott. Paolo Casadio, Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici del Friuli Venezia Giulia;
Ing. Gianpaolo Poscia, capo ripartizione tecnica Università degli studi di Udine;
Ing. Bruno Cavallaio, p.e. Sandro Rotella e Roberto Ciolli per S.A.C. Società Appalti e Costruzioni spa, Roma.
Dott. Stefano Volpin per le indagini scientifiche.
Hanno partecipato al restauro: Silvia Candi, Federico Di Dionisio, Sara Di Gregorio, Yoshifumi Maekawa, Cristina Napoletano e Emanuela Tarsi.

PALAZZO DARIO BIANDRÀ A MILANO
DAGLI STUDI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO

Carla Bartolozzi[*], Luisa Giacomelli[**], Maurizio Gomez Serito[***]

*Professore associato di Restauro, Politecnico di Torino, DICAS, carla.bartolozzi@polito.it
** Libero professionista, Tetrastudio, via Cosmo 6, 10131 Torino, tetrastudio@tin.it
*** Ricercatore in Ingegneria delle materie prime, Politecnico di Torino, DITAG, maurizio.gomez@polito.it

ABSTRACT

Il lavoro presentato si riferisce all'attività di progettazione di restauro delle facciate monumentali del Palazzo Dario Biandrà a Milano e dell'intero complesso di edifici ad esso collegato, attualmente proprietà di un unico Istituto Bancario[1]. L'esperienza, compresa all'interno di un più ampio progetto di rifunzionalizzazione del complesso[2], è stata occasione per mettere a punto una metodologia di rappresentazione dello stato di fatto che fosse quanto più idonea possibile a recepire le esigenze del progetto e del cantiere. La difficile trasposizione delle informazioni contenute nella mappatura del degrado in elaborati progettuali, completi di chiare ed inequivocabili indicazioni per il cantiere, ha indotto alla ricerca di modalità orientate verso elaborati con contenuti operativi chiari ed indicati nella reale sequenza esecutiva. Si è voluto mettere al centro del progetto la possibilità concreta di un controllo della trasposizione delle indicazioni in intervento, offrendo alla successiva fase di direzione dei lavori, uno strumento di controllo delle operazioni, già impostato secondo l'ottica e le esigenze del cantiere.
La presentazione riguarda dunque le diverse fasi del progetto di conservazione, illustrate attraverso gli elaborati grafici redatti con la finalità del controllo del processo di progettazione.



Il fronte del Palazzo Dario Biandrà su Piazza Cordusio (arch. Beltrami)

FASE PRELIMINARE

Nel 2005 è iniziata la prima parte di studio, rivolto all'acquisizione dei dati necessari per definire un progetto preliminare per il restauro delle facciate del Palazzo. Come noto le finalità di un progetto preliminare sono quelle di stabilire le caratteristiche più significative dei successivi livelli di progettazione, compreso la prima definizione, peraltro vincolante quando si tratta di opere pubbliche, dei costi di realizzazione. Questo obiettivo si raggiunge attraverso l'elaborazione di una sequenza di attività di analisi e di successive sintesi progettuali, che sempre più devono esprimere un livello di precisione, già contenuto nella fase preliminare, che sia a garanzia del successivo controllo esecutivo.

Indagine storica

La prima fase di lavoro ha riguardato la ricerca documentaria della storia dell'edificio, al fine di evidenziare le trasformazioni e i diversi lavori di adattamento che il palazzo aveva subito nel corso di un secolo (aggiunte, trasformazioni d'uso, lavori di ordinaria e straordinaria manutenzione).
Il complesso oggetto di studio si estende ad occupare quasi l'intero isolato compreso fra la piazza Cordusio, la via Tommaso Grossi, via Santa Margherita, via del Gallo e via Mercanti, ad esclusione di un unico lotto posto ad angolo fra le vie del Gallo e Santa Margherita
Si tratta di un'importante testimonianza della riplasmazione tardo ottocentesca della città che trova, nella formazione del Cordusio, la realizzazione di uno snodo centrale della Milano Moderna, che ha mantenuto intatta

la sua vocazione di centro dell'attività finanziaria fino ad oggi[3]. Grande protagonista dell'edificazione di questo centro di raccordo che, con il prolungamento della via Tommaso Grossi si venne allora a creare in direzione del Duomo, fu Luca Beltrami[4]. A lui si devono infatti, sull'ellisse del Cordusio, le realizzazioni sia dello stesso Palazzo Dario Biandrà (con l'ing. Repossi) sia il palazzo delle Assicurazioni Generali (con Luigi Tenenti).

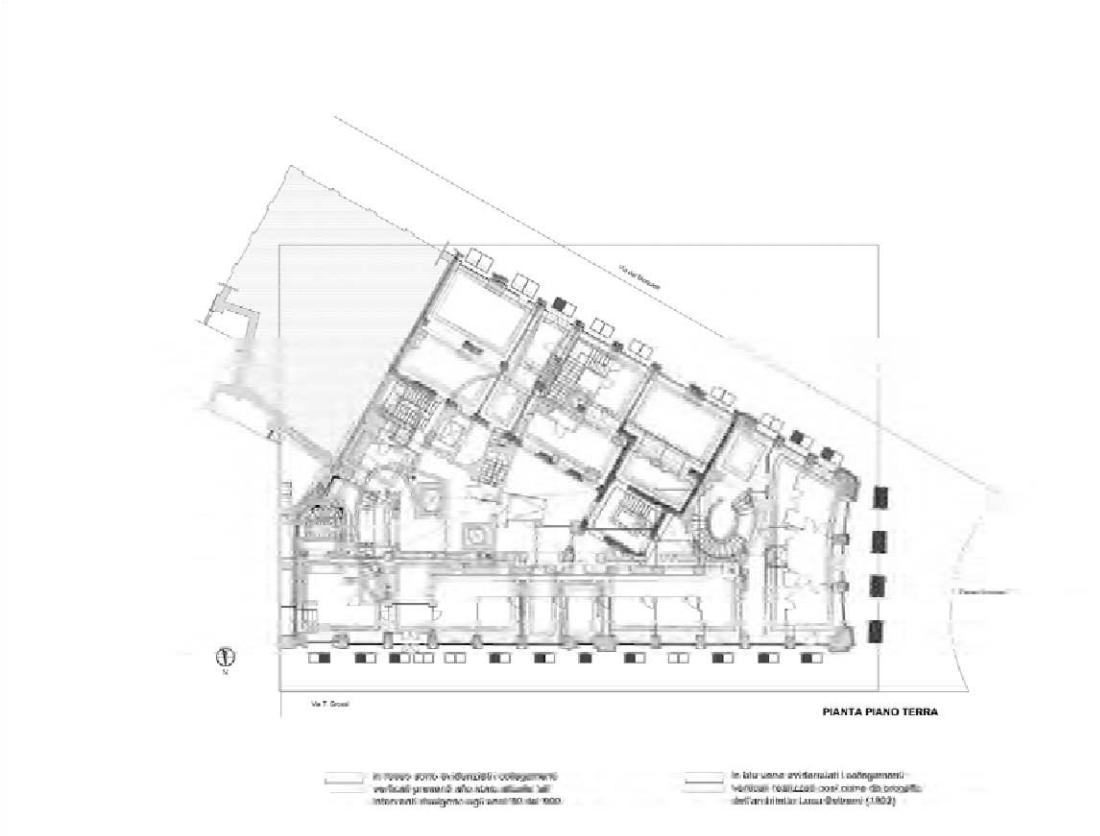


Il fronte su via Santa Margherita (arch. Giachi)

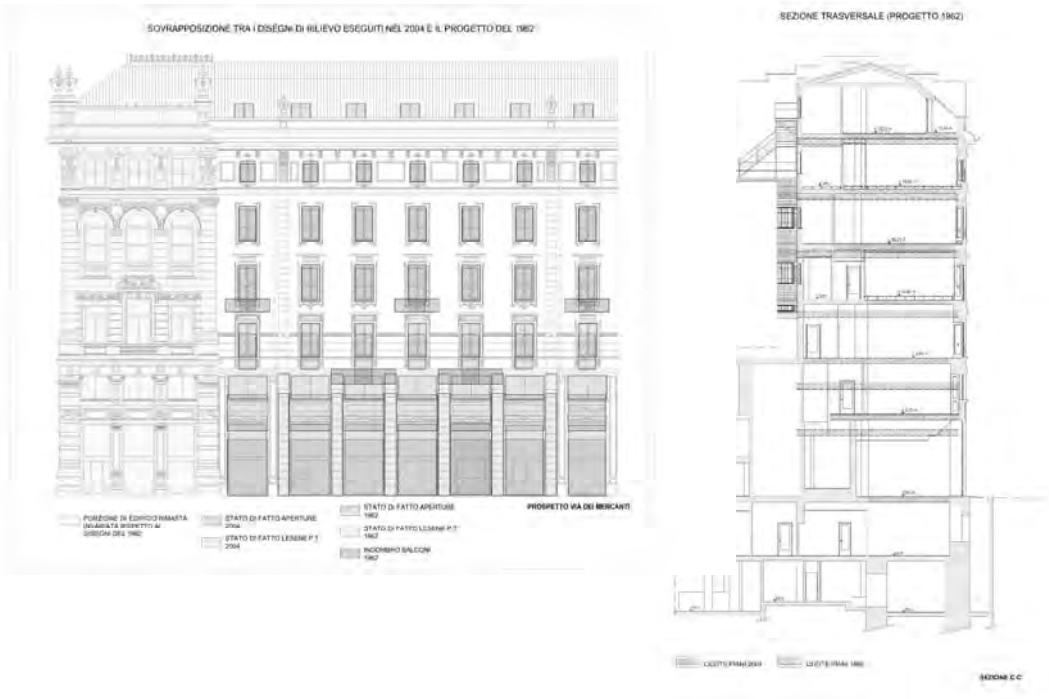
Nel 1899 la Contessa Celeste Dario Biandrà di Regalie, già proprietaria di due immobili siti in via Galline, stipulò una convenzione con il Comune di Milano che, in attuazione al Piano Regolatore, aveva decretato i nuovi fili stradali e previsto la demolizione di alcuni corpi di fabbrica che risultavano sul sedime della nuova viabilità. Mediante questo accordo la Contessa si assicurò il diritto di edificare il nuovo palazzo che, con il fronte principale sulla piazza Cordusio, si sarebbe esteso con un lato lungo la via Mercanti, mediante una ripalsmazione del corpo già esistente, e sulla via Tommaso Grossi con un ampio fronte di nuova edificazione[5]. A questa convenzione, datata maggio 1899, si aggiunge una seconda firmata alla stessa data, sempre fra il Comune e, in questo caso, la Società Bancaria Milanese, proprietaria del lotto in aderenza a quello della Contessa Dario Biandrà di Reaglie per l'edificazione di un nuovo immobile da destinare alle attività della Società.
A seguito delle convenzioni stipulate con l'Amministrazione, i due diversi soggetti privati avviarono quindi i rispettivi progetti affidando l'incarico a due importanti figure, particolarmente in vista nell'attività architettonica di quegli anni: per la Contessa Dario Biandrà fu Luca Beltrami a redigere il progetto, mentre la Società Bancaria Milanese si affidò all'architetto Giovanni Giachi.

Interessante fu la collaborazione fra i due architetti che nel 1900 inviarono un'istanza comune, controfirmata da entrambi, alla Commissione Edilizia al fine di richiedere una modifica al regolamento che prevedeva di mantenere un'altezza costante al filo di gronda, fissata in m. 16, dei nuovi edifici in fregio alla via Tommaso Grossi. Il disegno schematico allegato alla richiesta ben evidenzia la differenza fra il lungo fronte realizzato con l'altezza prescritta e la nuova proposta di aumentarlo di 2 metri, portandolo pertanto ad un'altezza complessiva di m. 18. La Commissione Edilizia accolse con favore la proposta, ritenendola migliorativa rispetto a quanto previsto da regolamento e autorizzando pertanto le due nuove edificazioni ad un'altezza di m. 18 al filo della gronda.

Nell'accettare la proposta la Commissione richiese altresì un maggiore impegno nella definizione del carattere monumentale degli edifici erigendi, prescrivendo non solo l'impiego di pietra per il rivestimento totale delle superfici, ma anche un apparato decorativo adeguato al carattere che l'isolato e il suo intorno andavano assumendo. Sono pertanto da collocare all'interno di questa fase di adeguamento le diverse proposte per il disegno delle facciate che sia Beltrami che Giachi fecero in successive varianti e dei quali si è conservata ampia testimonianza nelle carte depositate presso l'Archivio Storico Civico e la Biblioteca Trivulziana di Milano.
Ciò che costituisce attualmente l'isolato quasi interamente occupato da un unico Istituto Bancario (con la sola esclusione del fabbricato in angolo alle vie Mercanti e Gallo) nacque dunque dai due interventi sopra descritti, che definirono il primo assetto, ora profondamente modificato. Allora nel fabbricato fatto edificare dalla Contessa Dario Biandrà si collocava al piano terreno una funzione commerciale (una cooperativa di consumo denominata Unione Militare), mentre i piani superiori erano destinati a locali di rappresentanza. Nel fabbricato di proprietà della Società Bancaria Milanese, in seguito Società Bancaria Italiana, si insediò invece fin dall'inizio una banca e tale funzione non è più mutata.
I passaggi di proprietà avvenuti nel secondo dopoguerra hanno portato all'unificazione dei due distinti corpi di fabbrica, mediante l'accorpamento ed il passaggio ad una funzione unitaria che fu, da allora, quella di sede bancaria. Interventi avvenuti a partire dagli anni Sessanta, attuati per riorganizzare le funzioni e gli spazi del lavoro, hanno infine trasformato radicalmente la struttura interna, con chiusura di cortili e di cavedi, realizzazione di nuovi corpi scala e ascensori, interventi di sopraelevazione ed importanti adeguamenti impiantistici.



Palazzo Dario Biandrà: sovrapposizione dello stato attuale alla planimetria di progetto



Palazzo Dario Biandrà: modifica degli orizzontamenti e delle aperture di facciata

Una lettura critica delle varie trasformazioni subite dall'edificio, con conseguente confronto grafico ricavato da sovrapposizioni di documenti successivi, ha messo in luce una completa ridefinizione delle aperture del fronte su via Mercanti, che ha orientato le successive indagini.
I campioni di materiale da analizzare, così come i saggi stratigrafici, sono stati di conseguenza individuati in funzione delle conoscenze già acquisite, puntando a completare un quadro che intanto si delineava con maggiore precisione. Si è ritenuto interessante procedere anche con una indagine termografica per acquisire ulteriori elementi sulla trasformazione delle aperture e delle loro cornici[6].

Se, da un lato, la ricerca documentaria ha trovato nel riscontro sull'esistente ampie conferme, dall'altro sono sorti viceversa dubbi sulla veridicità di alcune informazioni. In particolare il primo esame visivo dei materiali costituenti il rivestimento della facciata, sembrava contraddire in parte ciò che si ricavava dalla documentazione: cioè il rivestimento dei fronti non sembrava completamente realizzato in pietra naturale, così come prescriveva il regolamento di ornato. Si erano infatti notate alcune componenti ornamentali che, in prima ipotesi, sembravano costituite da una eccellente pietra artificiale, a imitazione di una arenaria.

Rilievo per il progetto di restauro

Di seguito è stato realizzato un rilievo completo dell'edificio, che è stato la base per una serie di tavole tematiche elaborate al fine di individuare i diversi materiali impiegati e i principali fenomeni di degrado.
Il rilievo del Palazzo Dario Biandrà è stato condotto secondo una metodologia finalizzata alla conoscenza geometrico-dimensionale, architettonica e tipologica dei fabbricati che compongono il complesso in esame. L'analisi del palazzo si è quindi sviluppata attraverso una sequenza di operazioni che, partendo dalla consapevolezza derivata dalla ricerca storico-archivistica, ha permesso di approfondirne la conoscenza e raggiungere l'elaborazione di disegni complessi, contenenti un elevato numero di informazioni.
La campagna di rilievo ha utilizzato diversi sistemi di analisi di tipo diretto e indiretto attraverso cui si sono avviate indagini a carattere generale, come il rilievo strumentale finalizzato all'inquadramento del complesso, e puntuali, come la misurazione diretta dei singoli elementi o dei dettagli decorativi[7].



Rilievo architettonico e individuazione dei materiali (prospetto su piazza Cordusio)

Nella programmazione del rilievo e in fase di esecuzione si sono perseguiti differenti obiettivi: la definizione della consistenza del fabbricato nel suo insieme sotto l'aspetto dimensionale e l'individuazione delle

caratteristiche architettoniche e compositive, con particolare riguardo alla valutazione dei singoli corpi di fabbrica in relazione alle fasi costruttive e alle modifiche pregresse. In ultimo lo stato attuale descritto mediante l'interpretazione delle diverse tipologie di apparati decorativi e la lettura dei singoli elementi di ornato.
Il rilievo è stato quindi inteso come operazione critica attraverso la quale avviare un processo mirato al riconoscimento degli elementi costituenti il fabbricato. Ciò con l'obiettivo di giungere ad individuare una corretta sintesi delle informazioni che rappresentasse una base di riferimento per la fase progettuale. Per questo motivo la lettura comparata tra le informazioni dedotte dalla documentazione di archivio e quelle derivate dalla misura diretta del fabbricato hanno permesso di incrementare la conoscenza dell'oggetto rendendo maggiormente consapevoli le successive scelte progettuali.

La lettura finale degli esiti complessivi del rilievo ha permesso di trarre importanti conclusioni circa la struttura dell'edificato, le stratificazioni storiche nonché le relazioni presenti tra interno ed esterno e tra pieni e vuoti, evidenziando una notevole difformità tra il nucleo dell'edificio e il suo involucro esterno.
La diversa realtà architettonica presente all'interno e all'esterno del fabbricato[8] ha richiesto una differente sensibilità in fase di rilievo con la conseguente necessità di un'attenta analisi dei fronti, i cui caratteri architettonici, in particolare quelli dei prospetti affacciati sulla Via Tommaso Grossi e sulla Piazza Cordusio[9], dimostrano l'importanza storico-artistica del palazzo, ormai persa negli ambienti interni.
Le facciate, unico elemento dell'intero complesso soggetta a vincolo [10], rappresentano una importante chiave di lettura per la comprensione della storia dell'isolato e del legame con il contesto. L'apparente uniformità dell'isolato è immediatamente negata ad una attenta analisi e la forte differenza tra i due corpi dei fabbrica che costituiscono l'insieme è percepibile sia sotto il profilo architettonico che decorativo, nonché materico.

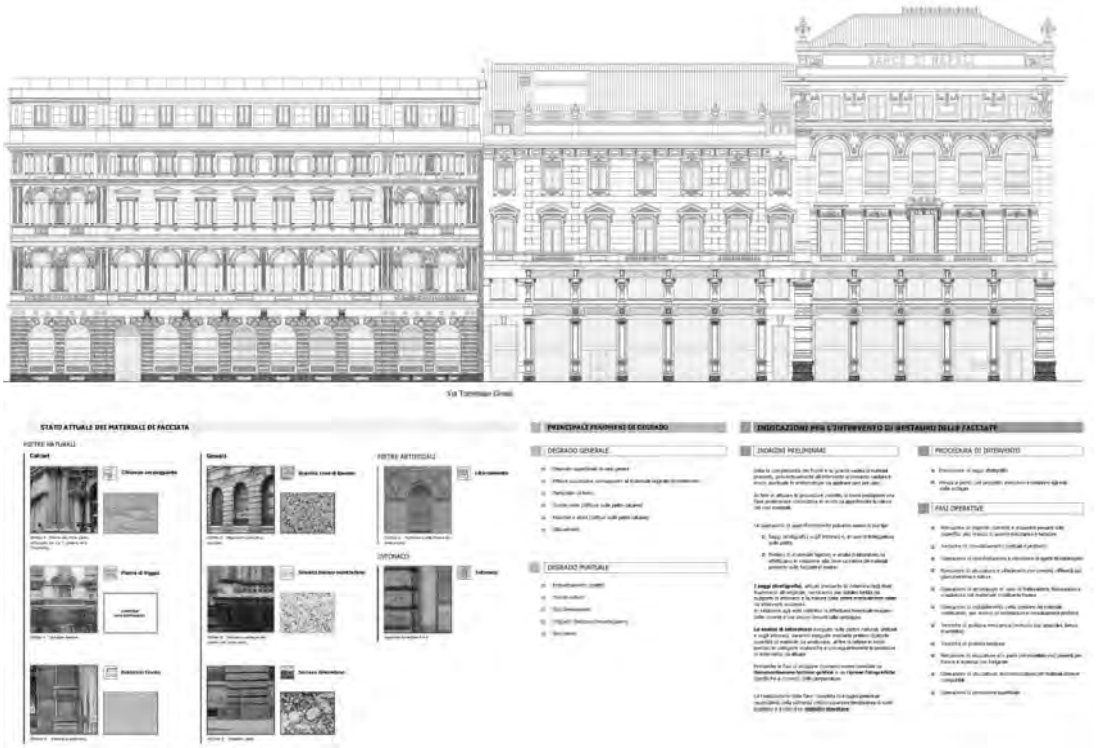
La restituzione grafica ha mirato alla individuazione di una rappresentazione esaustiva del dato quantitativo e qualitativo, per poter disporre di un dato attendibile sul quale impostare correttamente la valutazione delle problematiche connesse al restauro dei prospetti.
La trasposizione grafica delle conoscenze, che si andavano incrementando con il proseguire delle diverse fasi di studio, è avvenuta utilizzando diverse convenzioni: per ciò che riguarda l'individuazione dei materiali si è fatto ricorso all'uso del colore, che ha consentito di evidenziare le differenti tipologie di materiali presenti, offrendo una lettura facile e chiara dell'insieme dei prospetti.
Tutte le fasi del rilievo sono state condotte finalizzando la restituzione ad un elaborato architettonico di tipo tecnico, in cui il segno è al servizio del progetto, mentre la composizione complessiva delle tavole contenenti gli elaborati grafici è pensata e organizzata in previsione di un uso di cantiere.

Riconoscimento e mappatura dei materiali lapidei

L'aspetto generale delle facciate dichiarava fin dalle prime fasi di indagine un impiego certamente significativo di pietre di diversa natura, di cui si è peraltro trovata qualche conferma anche nella documentazione d'archivio.
Se da una parte il regolamento edilizio dell'epoca imponeva l'uso della pietra nelle facciate, era stata poi la notizia di consistenti modifiche su alcune parti dell'edificio a imporre una verifica specifica a tutto campo.

Sulla base del rilievo architettonico di dettaglio delle facciate si è quindi proceduto a eseguire una analisi preliminare della consistenza dei materiali lapidei allo scopo di individuarne la variabilità, la distribuzione e la funzione decorativa all'interno dell'impostazione compositiva dei prospetti.
Da questa prima fase è emersa una certa diversificazione dei materiali impiegati nei due edifici che da questo punto di vista mostrano però sostanziali analogie.
Tale indagine non è potuta essere svolta oltre un certo dettaglio a causa della diffusa presenza di una scialbatura uniforme, stesa sulle superfici dei paramenti in un intervento di manutenzione relativamente recente che negava i valori estetici e decorativi delle pietre poste in opera.
Per il Palazzo Dario Biandrà si è evidenziato il diffuso impiego di un calcare organogeno, verosimilmente la pietra di Viggiù citata dai documenti, che appariva però impiegata insieme a un diverso materiale artificiale che ne rappresenta un'ottima imitazione.
Si evidenziava a questo punto la necessità di individuare i criteri e i limiti fisici di tale variabilità, inoltre non era possibile definire la composizione di alcuni elementi come i modiglioni dei balconi che apparivano di materiale assai simile alla pietra di Viggiù che rappresenta però caratteristiche poco idonee alla funzione strutturale.
Nella parte inferiore dei prospetti sono stati identificati una piccola serie di materiali decorativi che possono essere elencati come: granito rosa di Baveno, serizzo Ghiandone e calcare micritico molto compatto, forse Botticino.
Sui prospetti di Palazzo progettato dal Giachi (già sede della Società Bancaria Milanese) emergeva invece la presenza prevalente di un calcare organogeno chiaramente diverso dalla pietra di Viggiù impiegata da Beltrami

nel Palazzo Dario Biandrà, ma il cui stato di conservazione superficiale non consentiva un riconoscimento più approfondito.
Nella porzione dell'alta zoccolatura si sono riconosciuti ancora: granito rosa di Baveno, granito bianco del Montorfano e serizzo Ghiandole



Mappatura dei materiali di facciata (via Tommaso Grossi) e indicazione dei principali fenomeni di degrado, secondo la prima lettura in fase preliminare

LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Nel 2006 il lavoro è proseguito con l'elaborazione del progetto esecutivo, per il quale sono state eseguite le necessarie prove mirate (saggi stratigrafici, indagini termografiche, analisi di laboratorio) per definire con la massima precisione il quadro dell'intervento. Particolarmente interessante è risultata la ricerca per l'individuazione delle diverse tipologie di pietra presenti in facciata, e la conseguente ricerca in merito alla semplificazione della rappresentazione grafica, unita alla chiarezza e completezza delle informazioni.
Il lavoro di ricerca storico documentaria, l'impiego di tecniche di analisi non invasive, l'uso di rilievi di grande dettaglio sono gli strumenti basilari per acquisire il controllo necessario nella pratica della conservazione: un progetto esecutivo molto analitico e dettagliato è la prima garanzia per un cantiere che esegua in maniera corretta le prescrizioni.

Sulla base delle risultanze dell'indagine preliminare si è proceduto dunque con la progettazione di una campionatura che ha previsto la realizzazione di saggi stratigrafici parallelamente alla raccolta di campioni servendosi, tramite l'impiego di un cestello idraulico, delle competenze di un restauratore[11].
Il numero e la localizzazione dei campioni sono derivati dalle specifiche problematiche emerse e miravano alla definizione di due aspetti in particolare: il riconoscimento certo dei litotipi e la loro precisa mappatura. Oltre alle osservazioni macroscopiche in opera effettuate anche sulla scorta delle stratigrafie spesso chiarificatrici, si è proceduto all'indagine petrografica di laboratorio per mezzo dell'analisi al microscopio polarizzatore di sezioni sottili.

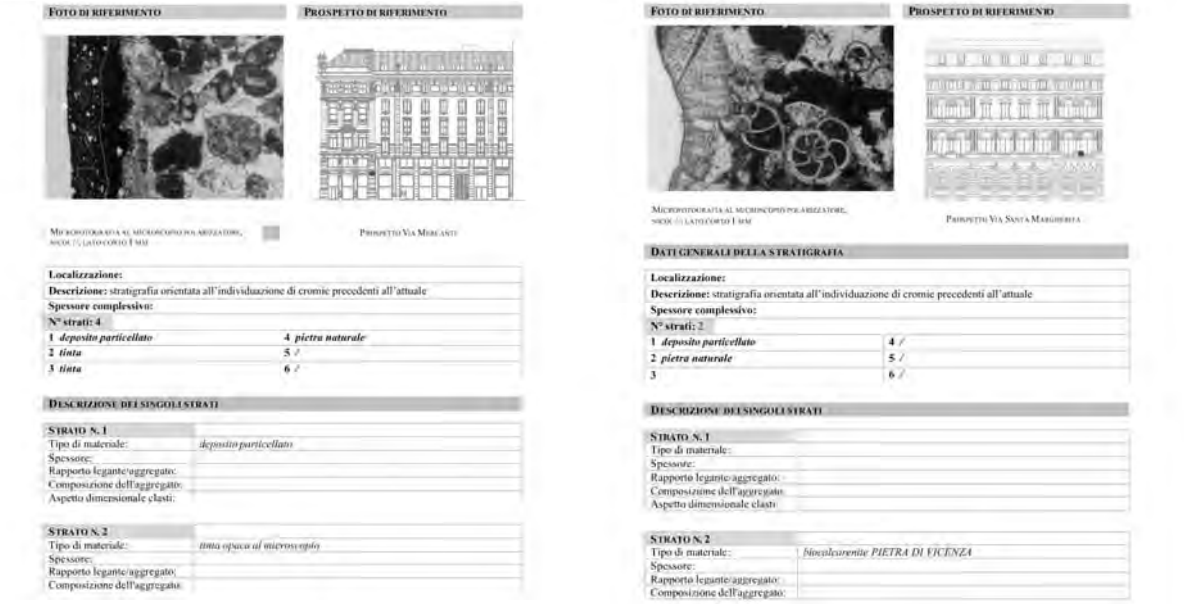


FOTO DI RIFERIMENTO

PROSPETTO DI RIFERIMENTO

Prospetto Via Mercanti

Localizzazione:
Descrizione: stratigrafia orientata all'individuazione di cromie precedenti all'attuale
Spessore complessivo:
N° strati: 4

1 *deposito particellato*	4 *pietra naturale*
2 *tinta*	5 /
3 *tinta*	6 /

DESCRIZIONE DEI SINGOLI STRATI

STRATO N. 1	
Tipo di materiale:	*deposito particellato*
Spessore:	
Rapporto legante/aggregato:	
Composizione dell'aggregato:	
Aspetto dimensionale clasti:	

STRATO N. 2	
Tipo di materiale:	*tinta opaca al microscopio*
Spessore:	
Rapporto legante/aggregato:	
Composizione dell'aggregato:	

FOTO DI RIFERIMENTO

PROSPETTO DI RIFERIMENTO

Prospetto Via Santa Margherita

DATI GENERALI DELLA STRATIGRAFIA

Localizzazione:
Descrizione: stratigrafia orientata all'individuazione di cromie precedenti all'attuale
Spessore complessivo:
N° strati: 2

1 *deposito particellato*	4 /
2 *pietra naturale*	5 /
3	6 /

DESCRIZIONE DEI SINGOLI STRATI

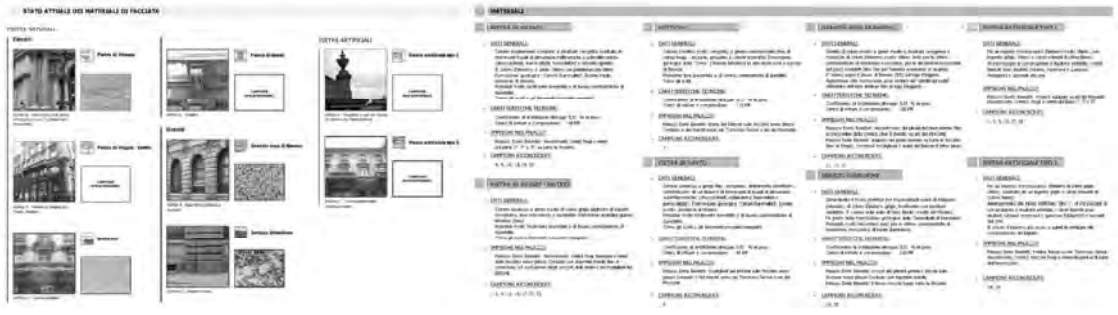
STRATO N. 1	
Tipo di materiale:	
Spessore:	
Rapporto legante/aggregato:	
Composizione dell'aggregato:	
Aspetto dimensionale clasti:	

STRATO N. 2	
Tipo di materiale:	*Biocalcarenite PIETRA DI VICENZA*
Spessore:	
Rapporto legante/aggregato:	
Composizione dell'aggregato:	

Esempi di schede relative alle analisi sui campioni di materiali di facciata
Mappatura definitiva dei materiali di facciata (via Tommaso Grossi), posta a base del progetto esecutivo



Via Tommaso Grossi



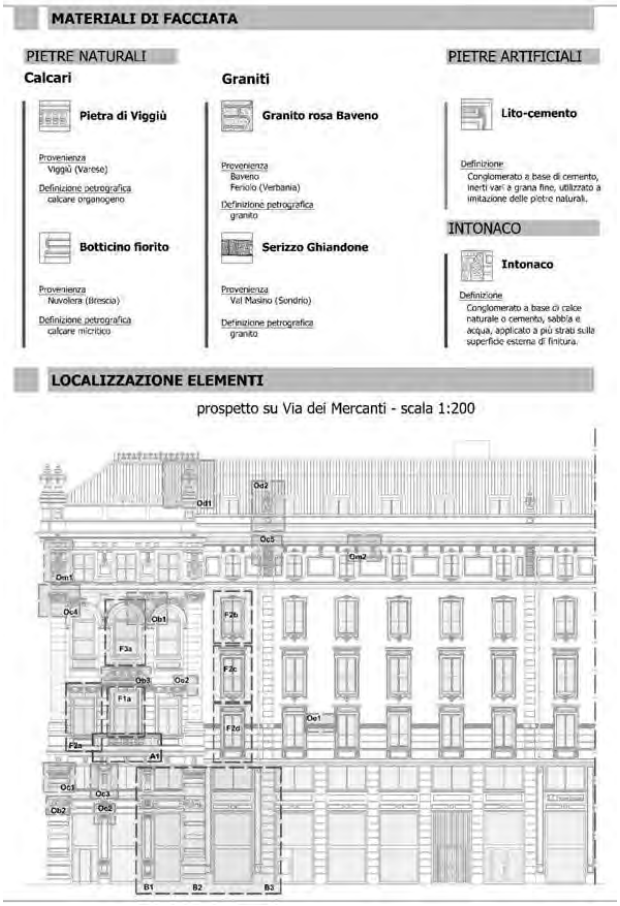
Per quanto riguarda Palazzo Dario Biandrà è stata confermata la provenienza da Viggiù del calcare campionato, è stato inoltre possibile definire la composizione della pietra artificiale di imitazione di cui sono state riconosciute due diverse varietà: una da considerarsi originale e l'altra, di restauro, risulta essere stata impiegata al momento delle modifiche apportate alla facciata verso via dei Mercanti.
Le indagine intorno a questi materiali hanno permesso infine di chiarire che il materiale artificiale è presente nelle parti più alte della costruzione, laddove l'occhio non è in grado di percepire le differenze, così come sui risvolti delle vie laterali. Il materiale dei modiglioni dei balconi è risultata essere pietra di Nanto, proveniente dalla provincia di Vicenza.

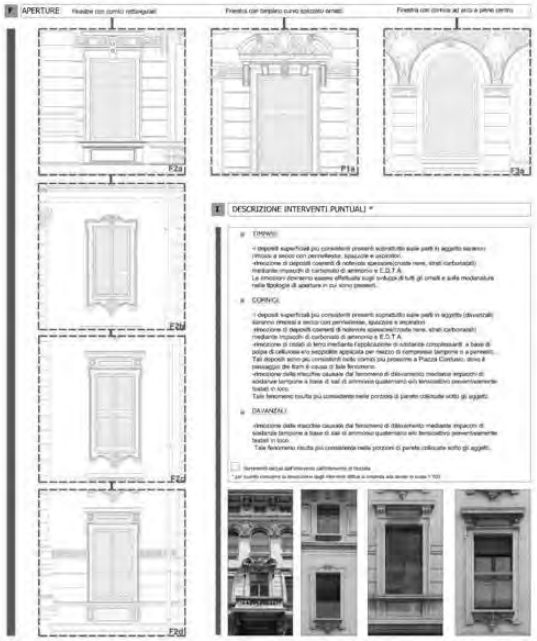
Il calcare impiegato sulle facciate del secondo Palazzo, lungo le vie Santa Margherita, via del Gallo e via Tommaso Grossi, è risultato essere invece pietra di Vicenza.
In estrema sintesi: sono stati riconosciuti 6 diversi tipi di materiali lapidei naturali suddivisi in 4 tipi di calcari (Pietra di Vicenza, Pietra di Nanto, Botticino, Pietra di Viggiù Saltrio) e 2 di granito (Granito di Baveno e Serizzo Ghiandone); oltre a due tipi cromatici di pietra artificiale (varietà bianca e varietà grigia) caratterizzati da una certa variabilità composizionale.

Elaborati esecutivi

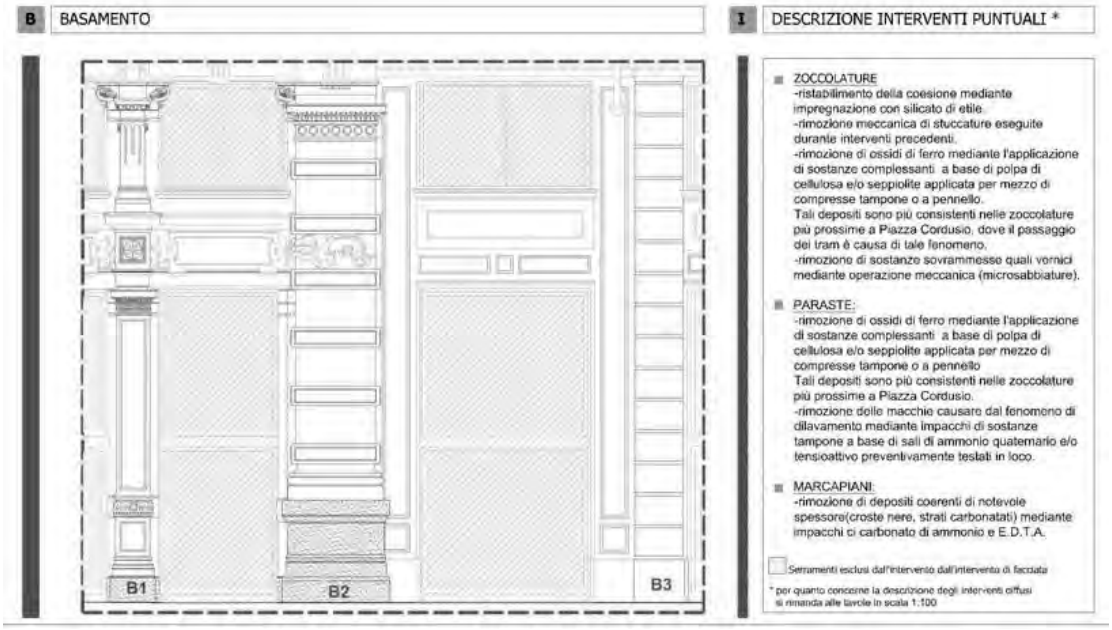
Le conoscenze acquisite mediante il lavoro svolto durante la fase preliminare del progetto, aggiunte agli esiti delle indagini successive, hanno consentito di elaborare un progetto esecutivo molto dettagliato, in particolare per ciò che concerne gli elaborati grafici.

Sui singoli fronti sono stati indicati gli interventi, suddivisi in "interventi a carattere generale" e "interventi puntuali". Ogni elaborato grafico è sempre corredato di legenda per la facile e immediata decodifica delle simbologie impiegate: nella legenda si è inoltre fatto ampio ricorso all'impiego di fotografie che documentassero il singolo fenomeno descritto, togliendolo dal carattere vago di una definizione generica per contestualizzarlo nella realtà di quel preciso manufatto. I disegni sono infine integrati con la descrizione delle singole operazioni richieste per ogni tipo di intervento, elencate secondo la sequenza temporale che dovrà essere rispettata nel cantiere. Le descrizioni riportate negli elaborati grafici sono ovviamente una sintesi delle stesse voci di capitolato, alle quali è comunque necessario fare il rimando.
Gli elementi decorativi, per i quali non è sempre facile ed univoco sia il momento della quantificazione dell'intervento, sia il successivo controllo e riscontro in fase di cantiere, sono stati rappresentati anche attraverso schede che servono sia per sviluppare meglio le quantità, sia per descrivere più minuziosamente gli interventi.

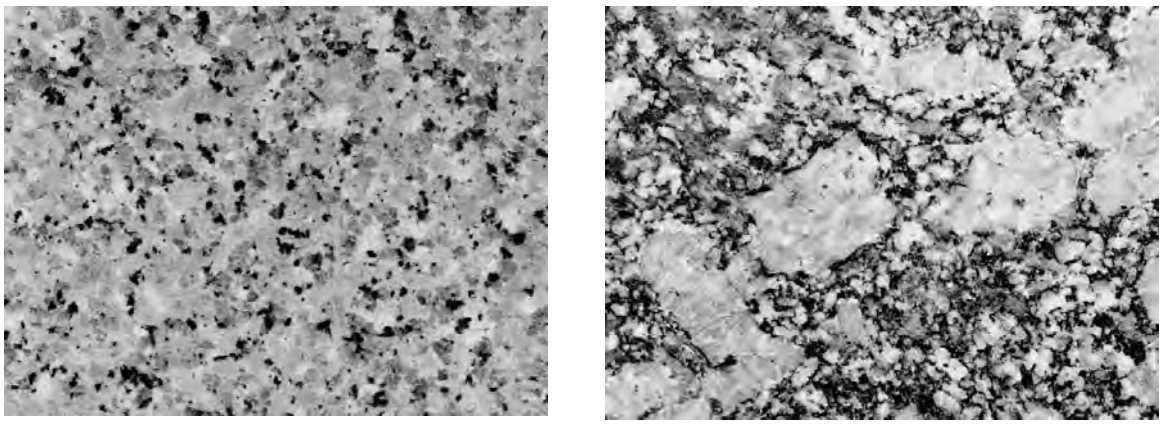




Quadro di insieme degli elementi architettonici analizzati in dettaglio e abaco delle aperture (particolare)



Basamento in via Mercanti (particolare) con indicazione degli interventi puntuali



Materiali presenti nel basamento: Granito rosa di Baveno (a sinistra) e Serizzo ghiandone

NOTE

[1] L'immobile è di proprietà dell'Istituto San Paolo di Torino che ne è diventato proprietario in seguito all'acquisizione del Banco di Napoli, che a sua volta era subentrato alla Società Bancaria Italiana.

[2] Il progetto di rifunzionalizzazione dell'intero complesso immobiliare è di Sintecna s.r.l. Torino (per il progetto architettonico e strutturale), e Prodim , Torino (impianti).

[3] Per le trasformazioni urbane postunitarie di Milano, con particolare riferimento all'area del Cordusio si veda: MAURIZIO BORIANI, *La Città postunitaria*, in *Guide di Architettura*, Milano, Edizioni Allemandi, Torino 1998, pp.138-164; MARIA ANTONIETTA CRIPPA, *Milano Moderna, le sue piazze centrali, lo snodo del Cordusio*, in *Libri & documenti. Archivio storico civico e Biblioteca Trivulziana, Castello Sforzesco – Milano*, Anno XXVI, n.3/2000, pp 12-35.

[4] Per la figura di Luca Beltrami e i suoi interventi al Cordusio si veda : AMEDEO BELLINI, *Luca Beltrami architetto e restauratore*, in *Luca Beltrami architetto. Milano tra Otto e Novecento*, a cura di LUCIANA BALDRIGHI, Electa, Milano 1977, e AUGUSTO ROSSARI, *Luca Beltrami e l'urbanistica milanese tra Ottocento e Novecento*, ibidem.

[5] E' lo stesso Luca Beltrami a descrivere l'intervento progettato per la Contessa Dario Biandrà in *Casa Dario Biandrà in Piazza Cordusio, Milano* (s.f.), in *L'Edilizia Moderna. Periodico mensile di architettura pratica e costruzione*, anno XII -1903, pp 54-56.

[6] L'indagine termografica è stata svolta dal Laboratorio di Restauro e di Diagnostica del Dipartimento Casa Città del Politecnico di Torino (arch. Monica Volinia).

[7] La stazione totale (distanziometro ad onde) è stata utilizzata in prima battuta per la definizione dell'impronta a terra e successivamente per l'individuazione di punti di riferimento per la restituzione dei prospetti. La nuvola di punti derivata dal rilievo topografico ha garantito una griglia di aggancio completata dal rilievo diretto eseguito con strumentazioni tradizionali (distolaser, metri, rotelle metriche, ecc.)

[8] I fabbricati facenti parte dell'isolato hanno mantenuto nel tempo, pressoché inalterato, l'aspetto esteriore mentre, a causa di massicci interventi della seconda metà del Novecento, internamente non presentano più i caratteri architettonici dell'impianto originario. L'unico elemento di rilievo è rappresentato dal vano scala ubicato nel fabbricato che si affaccia sulla via S. Margherita.

[9] I prospetti sulle vie Tommaso Grossi, Piazza Cordusio e Via S. Margherita sono quelli più complessi a livello di apparato decorativo. Importanti informazioni sono comunque derivate dalla lettura del prospetto su Via dei Mercanti, notevolmente rimaneggiato in seguito allo sventramento degli anni '60.

[10] Il vincolo ai sensi del D. Lgs. 42/2004 è stato esclusivamente apposto, dalla Soprintendenza milanese, alle facciate poiché gli interventi realizzati negli anni '60 hanno comportato il quasi totale sventramento dei fabbricati con la conseguente perdita dell'originaria distribuzione degli ambienti e dei livelli dei solai.

[11] I saggi stratigrafici sono stati eseguiti dal restauratore Maurizio Ottaviano di Torino

IL BUSTO RELIQUARIO DI PALAZZO DARIO BIANDRA' A MILANO

Davide Formica

Restauratore, Laboratorio Formica S.r.l., via Savona n° 17, 20144 Milano, T. 3395657604,
e-mail lab.formica@libero.it

Abstract

Un busto ligneo, rappresentante un vescovo con il capo coronato dalla mitria, era fissato sopra una porta di accesso dal cortile di Palazzo Dario Biandra' a Milano, in una situazione insolita per un tipico arredo ecclesiastico che è stilisticamente databile tra la fine del Seicento ed i primi decenni del Settecento.
Dopo la rimozione, al momento del vasto intervento di restauro dell'edificio, è stato oggetto di una ricerca storica, di indagini silotomiche e di analisi di campioni che hanno consentito di individuare, sotto una spessa ridipintura monocroma, eseguita in almeno due diversi interventi, uno ottocentesco, ed uno nel XX secolo, una complessa policromia, formata da una ricoloritura ottocentesca e da uno strato originale.
I risultati delle analisi sono stati la guida per la rimozione degli scialbi monocromi ed il recupero delle stesure policrome. L'intervento è stato completato con le operazioni di consolidamento ed integrazione delle lacune.
La radiografia della cavità del busto metteva in evidenza la presenza di un ammasso radiopaco informe che giustificava la rimozione della chiusura presente sul retro.
Era così individuato un grumo di materiale organico, frammisto a polvere, semi ed altro materiale organico proveniente dal nido che un volatile aveva costruito nella cavità del collo. Un'accurata operazione di umidificazione e di pulitura permetteva il recupero di frammenti di ciniglia rossa, di tessuto di lino e di carta.

Introduzione

Il busto reliquario proviene dal Palazzo Dario Biandra' che sorge a Milano in via Circo sull'area dove, nell'alto Medioevo, fu edificata la chiesa denominata S. Maria *ad Circum*, in ricordo dell'edificio romano.
La chiesa fu soppressa nel 1788 e fu deliberata la vendita dell'edificio sacro e della casa parrocchiale annessa; l'acquirente, Carlo Alciati, accettò di entrare in possesso della casa solo alla morte del Parroco, che avvenne nel 1810. Nei registri catastali, l'edificio sacro compare fino al 1938.
Sono registrate nuove costruzioni, presumibilmente nell'area della casa parrocchiale che, nel catasto teresiano all'anno 1757, viene descritta "a Ponente Piazza della Chiesa, ed a Tramontana casa di abitazione del Parroco sudd.to".



Figura 1 Il busto sopra l'accesso laterale del palazzo

Nel 1832, Antonio Mantegazza, quale proprietario di due abitazioni ai numeri 2913 e 2914 di via della Maddalena **[1]** e della piazzetta antistante, chiese di rettificare l'andamento delle facciate **[2]**.
L'edificio che appare nei disegni non sembra corrispondere all'impianto di quello attuale che compare nelle mappe catastali solo a partire dal 1855.
In data 11 marzo 1870, l'avvocato Enrico Dario, proprietario del caseggiato, chiese **[3]** di poter eseguire modifiche e allegò un progetto, redatto dall'Ing. Carlo Ambrosini Spinella: era prevista la costruzione del terzo piano con aperture che riprendono la scansione di quelle dei piani sottostanti **[4]**.
Da questi documenti si comprende che il palazzo è stato costruito nell'area dove era la casa parrocchiale in cui il parroco abitò fino al 1810: si può ipotizzare che il busto, per motivi che non conosciamo, fosse conservato in questo edificio e da lì ricollocato in quello costruito successivamente, sopra un accesso laterale dove aveva una pura funzione decorativa. I caratteri stilistici consentono una datazione tra la fine del XVII secolo e l'inizio del XVIII.

Cause di degrado



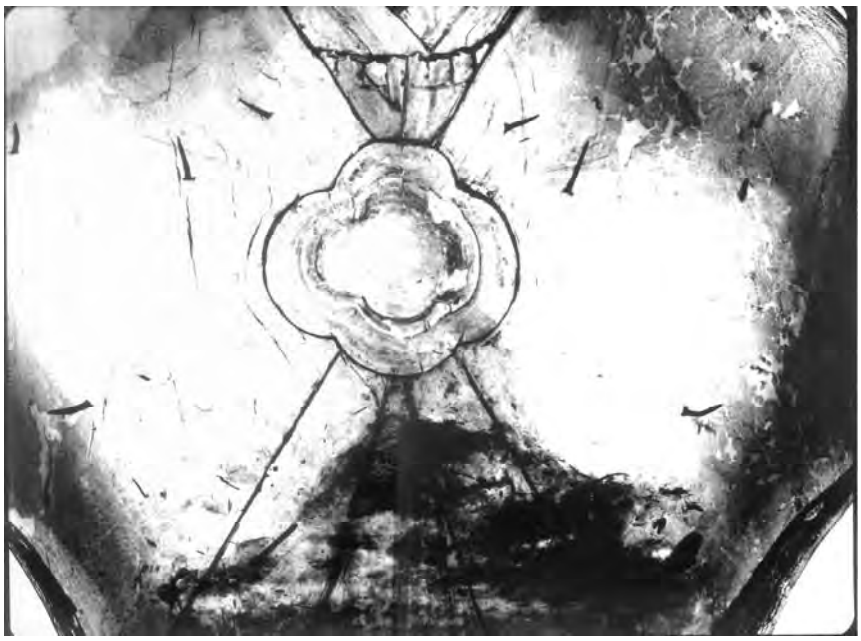


Figure 2 e 3 Il busto era rivestito di uno spesso strato di ridipinture. Sul retro sono visibili i fori dello svuotamento e le chiusure della cavità. La mancanza dei sigilli vescovili fa ipotizzare che la reliquia sia stata rimossa.

Il busto era coperto da uno spesso strato di polvere, polverulenta in superficie e più compatta dove i fenomeni di condensa avevano formato uno strato consistente sullo scialbo bianco che rivestiva tutto il recto del busto. Si trattava evidentemente di una ridipintura applicata su uno strato precedente già alterato da vaste lacune di cui erano visibili i sottolivelli. Il degrado non sembrava però interessare anche il modellato che appariva integro e di notevole finezza di esecuzione, soprattutto nel volto.
Il retro mostrava due aperture per lo svuotamento della mitra e della testa: la rimozione del legno era stata fatta con grande cura; anche il busto era stato svuotato, ma la cavità era chiusa da una tavola di forma grosso modo trapezoidale e da un'altra semicircolare, posta tra le infule della mitra.
Il tamponamento, benché avesse subito una deformazione per i movimenti del legno in risposta alle fluttuazioni di umidità, chiudeva ancora perfettamente la cavità; non vi era però traccia della ceralacca con il sigillo vescovile che, di norma, chiude i contenitori di reliquie.
La superficie del retro aveva subito un maggior degrado perché era addossata alla parete il cui intonaco, molto degradato, aveva assorbito e trattenuto a contatto del legno l'umidità ambientale che aveva provocato la deformazione della tavola che chiude lo svuotamento posteriore e la formazione di una fenditura che partiva dal semicerchio che completa il tamponamento e giungeva fino alla cavità della testa. L'umidità aveva inoltre rigonfiato la preparazione che, su vaste aree, si era staccata dal supporto.
La stesura pittorica appariva molto alterata da depositi di sporco e da una colonizzazione biologica.
Nell'area della spalla sinistra il legno era degradato da un forte attacco di insetti xilofagi: i fori di farfallamento apparivano però liberi da rosume e lo scialbo, sia pure lacunoso, era applicato su una superficie già molto degradata.

Le analisi

Per verificare se nella cavità del busto fosse rimasta la reliquia o comunque un reperto che giustificasse la rimozione della chiusura è stata fatta una radiografia presso la Ditta Procol di Milano.



La radiografia mostrava una massa radiopaca sul fondo.
Oltre ai chiodi di fissaggio della chiusura, era ben visibile la presenza in superficie di una stesura pittorica di uno spessore ed una composizione che le impartivano una radiopacità sufficiente a mettere in evidenza le lacune piuttosto vaste, soprattutto sulla spalla destra e nell'area del fermaglio.
Era evidente che lo scialbo superficiale ricopriva un'altra stesura, di differente qualità, che era già degradata quando era stato applicato lo strato visibile al momento dell'intervento.

Figura 4 La radiografia della cavità del busto



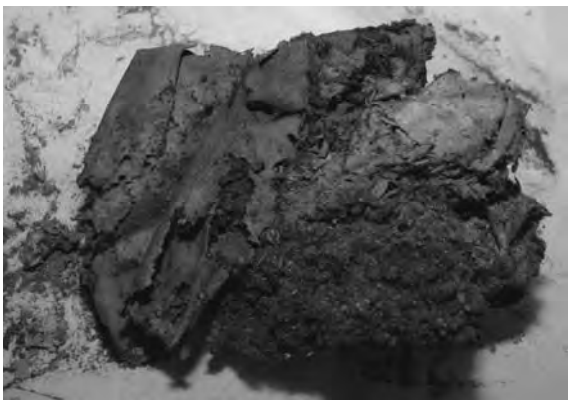
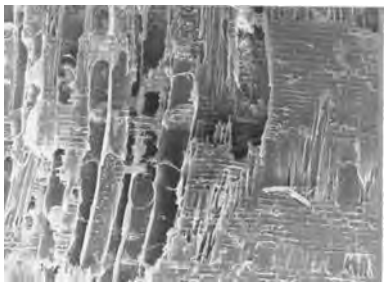
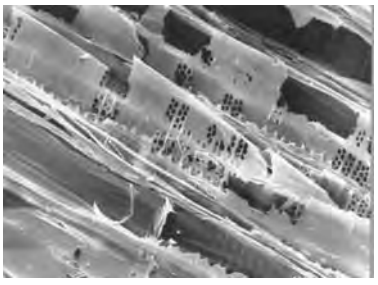


Figure 5 – 6 A sinistra l'aspetto del grumo di materiali, ricoperti di polvere e di muschio, semi e rametti ricaduti da un nido costruito nello svuotamento del collo. A destra i reperti liberati dai depositi estranei.

L'analisi silotomica **[5]** ha indicato l'utilizzo di pioppo (*Populus* sp.).

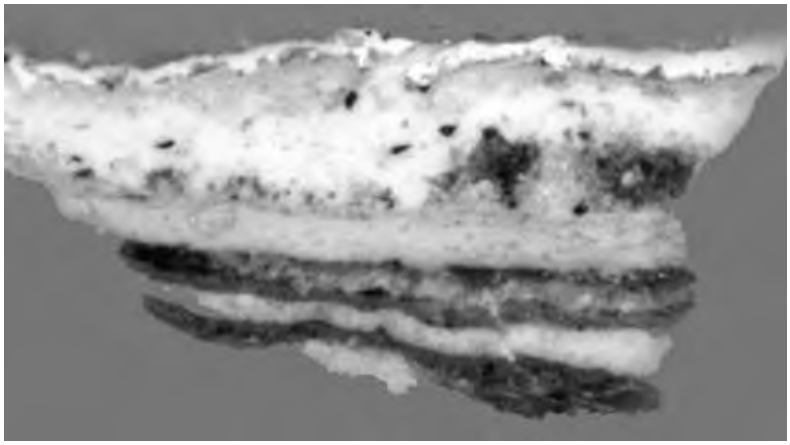




Nei campi d'incrocio tra vasi e raggi sono visibili le punteggiature ampie tipiche del pioppo, impiegato in scultura nel sud dell'Europa per la presenza di fibre libriformi a basso contenuto di lignina, caratteristica che lo rende tenero e facilmente lavorabile.

Figure 7 – 8 Sezioni radiali Foto SEM Ingrandimento originale 150 x e 350x

L'individuazione in radiografia di uno strato sottostante la finitura a vista ha consigliato di eseguire piccoli prelievi per le analisi di laboratorio **[6]** che hanno messo in evidenza la presenza di vari strati di scialbo che ricoprivano la policromia originale.



L'analisi indicava la presenza di uno strato originale di preparazione a gesso e colla su cui era stata applicata una stesura a minio, appena percepibile sotto un più consistente strato di ocra rossa.
Una prima ridipintura (o nuova preparazione) era a base di biacca e bianco di Bario: la presenza di questo pigmento consente di collocare questo intervento ad una data posteriore al 1820, quando il bianco di Bario fu utilizzato come carica per la biacca **[7].**

Figura 9 La sezione del campione al microscopio ottico:

Gli strati soprastanti sono a base di verde di cromo, un altro pigmento comparso nel XIX secolo **[8],** mescolato a bianco di bario. E' stata poi applicata una nuova preparazione su cui è stato steso uno strato molto spesso di biacca. Lo strato più superficiale è a base di bianco di titanio e carbonato di calcio e risale quindi al XX secolo **[9].**
Gli scialbi bianchi erano ad olio e l'impiego di un legante idrorepellente aveva creato uno strato impenetrabile all'umidità che aveva consentito una discreta conservazione del busto anche dopo la collocazione in un ambiente semiconfinato.



I risultati delle analisi di laboratorio giustificavano la rimozione delle ridipinture che alteravano radicalmente l'aspetto originale della scultura. L'intervento era eseguito a bisturi e riportava a vista lo strato di verde di cromo, applicato in almeno due stesure di diversa intensità cromatica. Questo colore non era originale, ma era tenacemente aderente all'ocra rossa che, ad una piccola indagine, appariva estremamente lacunosa e non distinguibili dal minio, la cui presenza, di grande importanza storica, è però testimoniata solo dalla stratigrafia.

Figura 10 La prova di discialbo sul fermaglio del piviale

Il discialbo

Si è tentata la rimozione degli scialbi con l'impiego di solventi **[10]:** esclusi i solventi tossici , sono state fatte varie prove con cicloesano, toluene ed acetone, aumentando progressivamente la polarità.
Un'ulteriore serie di prove è stata fatta con ligroina-acetone e con ligroina-toluene, ma l'azione dei solventi si limitava all'ammorbidimento dello strato più superficiale. Si è escluso quindi che la rimozione potesse essere effettuata con l'impiego di solventi neutri. Non è risultato efficace nemmeno il solvente dipolare

dimetilsolfossido (DMSO). Essendo un materiale non volatile, molto penetrante e a forte ritenzione, avrebbe potuto essere assorbito dalle crettature degli strati sovrapposti fino ad attaccare la stesura originale; è stato utilizzato diluito al 50% in etilacetato per renderlo più volatile e in forma addensata con klucel, ma non ha dato risultati apprezzabili.
E' stata fatta anche una prova con un gel chelante a pH 9 a base di carbopol, trietanolammina, acido citrico ed acqua che ha però rimosso solo lo strato più superficiale.



E' stato perciò necessario eseguire la rimozione meccanica con un progressivo assottigliamento impiegando bisturi: il metodo, benché lentissimo, ha consentito il pieno controllo della rimozione delle ridipinture ed il recupero dei lacerti di colore su tutte le superfici.
L'area del volto ha conservato una ricca policromia, caratterizzata dalla presenza dell'incarnato ad ocra e cinabro in legante ad uovo, che dà rilievo alle guance.
Il recupero del livello di colore sulla barba ha riportato a vista anche la lavorazione del modellato che era appena percepibile sotto gli spessi strati di ridipinture.
Il colore dell'iride e la profondità dell'occhio hanno ridato espressività al volto, com'è evidente dal confronto con la parte non ancora liberata dallo spessore dello scialbo.
Sul piviale è riapparso il rosso che caratterizza questo paramento, simbolico segno della disponibilità del vescovo a versare il suo sangue in difesa della fede.
Su una gemma dalla mitra è stato conservato lo strato di blu di Prussia, più omogeneo, risultato di una ridipintura settecentesca, benché le analisi indichino la presenza di una stesura rossa sottostante.
La scelta è stata infatti quella di evitare un'accanita ricerca dell'originale, per conservare un'omogeneità delle stesure policrome che, in molte parti, erano vivaci e ben conservate a differenza di aree prive della cromia antica.

Figura 11 Una fase di pulitura

La rimozione degli strati di ridipintura ha messo in evidenza numerosi fori di sfarfallamento dei tarli. Non si notava però traccia di rosume di recente formazione ed i fori avevano contorno scuro, caratteristiche che suggerivano che l'attacco non era più in atto da tempo.
In alcune aree, e soprattutto sulla spalla destra, l'azione dei tarli aveva molto indebolito il legno: è stato perciò necessario procedere al consolidamento, applicando a pennello resina acrilica Paraloid B72 al 5% in acetone che ha ridato consistenza al materiale, senza alterarne il colore e l'aspetto superficiale.
L'intervento è stato completato con la stuccatura a gesso e colla dei fori di sfarfallamento e delle piccole lacune del legno. Il ritocco pittorico, eseguito ad acquerello, ha ricomposto l'unità cromatica, pur mantenendo, ad un'osservazione da distanza ravvicinata, la riconoscibilità delle aree integrate.



Figura 12 Il busto al termine dell'intervento di restauro

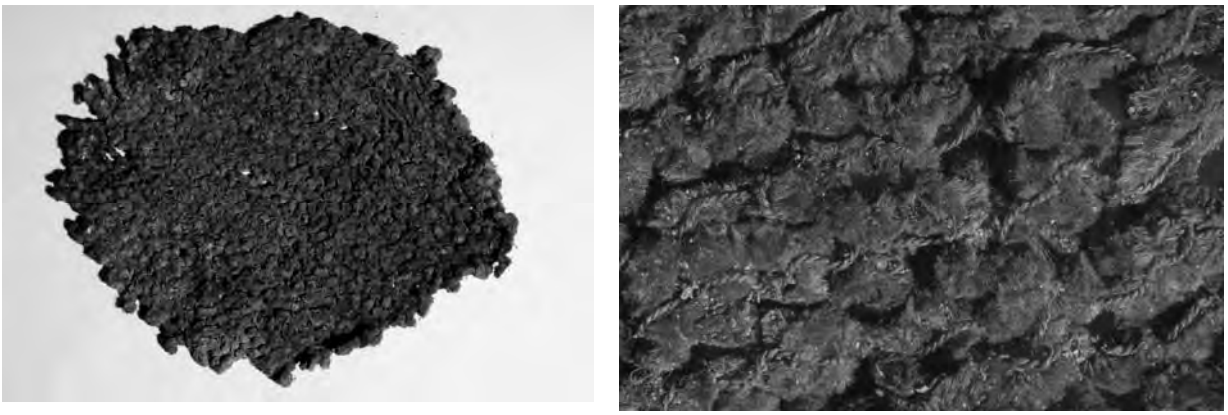


Figure 13 Il filato di ciniglia di seta e, a destra, il particolare del filato ritorto con inserite fibre vellutate

Si è esteso l'intervento di conservazione anche al grumo informe che era conservato nella cavità del busto. Liberato delicatamente dagli spessi strati di polvere e dai materiali vegetali, accumulati dall'uccello che aveva

creato il nido nella cavità del collo, è apparso composto da carta accartocciata e molto ingiallita e da frammenti di tessuto che, umidificati con vapore di acqua distillata, potevano essere delicatamente separati.
Era così possibile il recupero di un filato di ciniglia, di forma grosso modo ovale: la seta conserva un'intensa tonalità rossa ed una discreta consistenza.



Figure 14 – 15 Il tessuto di lino e, a destra, il particolare della tessitura

Sotto la ciniglia era un sottile tessuto di lino: il frammento meglio conservato è composto da due strisce annodate di cui una conserva un orlo cucito all'estremità inferiore. Sono stati recuperati anche frammenti molto infragiliti che formavano le altre strisce di cui resta l'attacco all'annodatura.
Lo studio delle caratteristiche dei tessuti è stato affidato alla Dott. Chiara Buss.

Conclusioni

Benché il busto reliquario non presentasse, al momento dell'intervento di conservazione, caratteristiche estetiche di particolare pregio, la scelta di un approccio di ricerca approfondita e di intervento meticoloso è stata premiata dal recupero di un manufatto che presenta caratteristiche di singolarità, sia per l'uso del legno, un materiale raro per questi arredi sacri che, in genere, erano eseguiti in metallo **[11]** sia per la presenza di tessuti di grande interesse: in particolare preziosa è la ciniglia, un tessuto nato in Francia nel Seicento e di cui rimangono pochissimi esemplari antichi.
L'intervento di discialbo è stato guidato dalla scelta di mantenere la policromia meglio conservata, anche se non originale. Le analisi restano però un documento di periodici interventi di manutenzione che, nel tempo, hanno modificato l'impostazione cromatica: l'impiego di pigmenti ben databili, quali il blu di Prussia, presente in uno strato delle pietre che ornano la mitria, settecentesco, il bianco di bario e il verde di cromo, ottocenteschi, ed infine il bianco di titanio, comparso nel XX secolo, sono un'importante testimonianza storica.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento alla Prof. Antonietta Gallone che è stata la relatrice del mio lavoro di tesi presso l'Accademia di Belle Arti di Brera, di cui il restauro del reliquario è una parte; all'arch. Patrizia Sommaria, che ha seguito i lavori del Palazzo Dario Biandra' e ha messo a disposizione la documentazione fotografica della collocazione originale del busto e al Prof. Andrea Spiriti per i preziosi suggerimenti di inserimento cronologico e stilistico dell'opera.

NOTE

[1] Contrada della Maddalena è l'antico nome di via Circo
[2] Ornato Fabbriche I serie c. 164/3
[3] Ornato Fabbriche II serie c. 140
[4] Per una più completa storia delle vicende costruttive dell'edificio v. L. Formica, C. Sironi, A. Genovesi, P. Sommariva, 2004, pp. 1050-1054
[5] L'analisi silotomica è stata eseguita da Elisabetta Castiglioni, le foto al SEM da Mauro Rottoli di ARCO-Cooperativa di Ricerche Archeobiologiche, Como Laboratorio di Archeobiologia dei Musei Civici di Como. L'analisi silotomica, effettuata con un microscopio episcopico a luce riflessa, è stata seguita da un'analisi al SEM.

[6] A. Gallone**,** *Analisi di campioni di colore prelevati da un busto reliquario di Palazzo Dario Biandra' a Milano*, Politecnico di Milano Dipartimento di Fisica, Milano 1/07/06
[7] R. D. Harley, 2001, p. 175
[8] Il pigmento è stato individuato nel dipinto di J.M.W *Turner Somer Hill* datato 1812 ed è elencato nel *Practical Journal* del produttore di colori inglese G Field dal 1815 (v. R. Newman, 1997, pp. 274-275 e N. Eastaugh, V. Walsh, T. Chaplin, R. Siddall, 2004, p. 102)
[9] La produzione del pigmento a base di ossido di titanio puro avvenne in Francia, verso il 1920, e fu sviluppata dalla *Société de Produits Chimiques des Terres Rares*; i miglioramenti continuarono e a Thann in Francia nel 1923 era prodotto un pigmento con 96-99% di biossido di titanio che era venduto sia nella forma pura sia in composto con il solfato di bario. In Italia la produzione iniziò nel 1927. (v. M. Laver, 1997,pp.297-300 Sono elencati tutti gli sviluppi della produzione a livello mondiale. Nella Tav.1 a p.299 è mostrata la composizione dei pigmenti a base di bianco di Titanio disponibili nel 1920.)
[10] Si è seguito l'approccio alla pulitura suggerito da P. Cremonesi per un intervento "sicuro" in cui i vari passaggi sono di potenziale "aggressività" crescente, riducendo anche il rischio di tossicità. Questo metodo è stato esposto dall'autore in varie opere (v. ad es. P. Cremonesi, 1995 e P. Cremonesi, 2003, pp. 59-63.)
[11] Il prof. Spiriti ha segnalato la presenza di busti-reliquario lignei, cronologicamente e stilisticamente affini a quelli oggetto dell'intervento, nell'oratorio di S. Valerio ad Albiate**.**

BIBLIOGRAFIA

Cremonesi Paolo, *Nuovi materiali e metodi per la pulitura dei dipinti*, Phase Firenze 1995
Laver Marilyn, *Titanium Dioxide Whites*, in *Artists' Pigments A Handbook of Their History and Characteristics*, V.3, National Gallery of Art, Washington 1997
Newman Richard, Chromium Oxide Greens Chromium Oxide and Hydrated Chromium Oxide, , in *Artists' Pigments A Handbook of Their History and Characteristics*, V.3, National Gallery of Art, Washington 1997
Harley R.D., *Artists' Pigments c. 1600-1835*, Archetype Publications, London 2001
Cremonesi Paolo, *Un Approccio alla Pulitura* in *Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobili*, il prato, Padova, 2003
Eastaugh Nicholas, Wash Valentine, Chaplin Tracey, Siddall Ruth, *Pigment Compendium A Dictionary of Historical Pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington 2004
Formica Luciano, Sironi Cristina, Genovesi Antonio, Sommariva Patrizia, *Il Palazzo Dario Biandrá di via Circo 7-9 a Milano*, in *Architettura e materiali del Novecento Conservazione, Restauro, Manutenzione* Atti del Convegno di Studi Bressanone 13-16 luglio 2004, Edizioni Arcadia Ricerche, Venezia Marghera 2004

BASILICA DI SAN PETRONIO IN BOLOGNA (ITALIA): UN CASO DI STUDIO DI PITTURE MURALI DEL 1525

E. Campani [*], A. Casoli [*], M. E. Darecchio [*], F. Paccagnella[**], P. Zannini[**]

[*] Dipartimento di Chimica Generale ed Inorganica, Chimica analitica e Chimica Fisica, Università di Parma, V.le G. P. Usberti 17/A, 43100 Parma, Italy
[**] Dipartimento di Chimica, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 183, 41100 Modena Italy

Riassunto

Durante l'ultimo restauro, iniziato nel 2006, sulle pitture murali di Girolamo da Treviso ubicate nella Basilica di San Petronio in Bologna, sono state condotte delle analisi scientifiche al fine di riuscire ad acquisire maggiori informazioni sulla tecnica pittorica e sui prodotti di degrado. Le informazioni ottenute verranno impiegate per un corretto utilizzo dei materiali durante il restauro.
Sono stati raccolti 14 micro-campioni da differenti aree selezionate dal restauratore tra quelle ritenute originali.
I microframmenti sono stai analizzati sia tal quali che inglobati in resina, così da riuscire ad individuarne la stratigrafia completa. Sono state impiegate diverse strumentazioni analitiche: stereomicroscopi con luce bianca ed ultravioletto-visibile, diffrazione a raggi X (XRD), microscopio Raman, microscopio infrarosso a trasformata di Fourier (μFTIR) usato in ATR, microscopio elettronico a scansione con rivelatore EDS (SEM-EDS) ed infine gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa (GC-MS).
Sono stati rinvenuti solo pochi pigmenti e di bassa qualità in accordo con la tecnica utilizzata dall'artista e con il soggetto rappresentato, è stata altresì rinvenuta una grossa presenza di composti organici.
Lo studio ha rivelato che la tecnica pittorica utilizzata non è un tipico *"buon fresco"*. Probabilmente, la tecnica stessa, unitamente alle condizioni ambientali al contorno, hanno causato l'inscurimento di ampie aree della pittura murale rendendola difficilmente leggibile. Le aree più interessate sono quelle di colore bianco. E' stata inoltre identificata la presenza di Gesso nelle zone di maggior degrado.

Introduzione

Già dal 1388 le cronache riferiscono che questa Basilica (il più grande edificio religioso in Bologna) doveva essere intitolata al Santo Patrono, il Vescovo Petronio (vissuto nel V secolo).
La Basilica di San Petronio venne iniziata nella piazza principale di Bologna (piazza Maggiore) nel 1390 e collocata vicino ai più importanti edifici per la vita commerciale e politica del XIV secolo.
La Basilica è composta da sei enormi campate a pianta quadrata della navata centrale, alle quali corrispondono altrettante campate a pianta rettangolare delle navate laterali, su ciascuna delle quali si apre una coppia di cappelle, per un totale di 24.
Le decorazioni delle cappelle laterali seguono lo stile Lombardo. Girolamo da Treviso fu uno dei più importanti artisti che operarono in San Petronio[1,2].
Girolamo nacque a Treviso nel 1497, i suoi primi lavori rivelano un'influenza veneziana probabilmente dovuta alla conoscenza di Tiziano che Girolamo prese come modello per i paesaggi e gli sfondi.
I suoi principali lavori furono firmati con le iniziali: H.I.R.T.V., H.R.T.V. oppure H.I.E.R.T.. Le iniziali H.I.E.R.T. possono essere interpretate come *"Hieronimus Tervisius"* ed i lavori recanti questa firma furono attribuiti al suo primo periodo di lavoro.
Il suo arrivo a Bologna è probabilmente dovuto all'elezione, nel 1519, del Vescovo di Treviso a Vicedelegato Pontificio a Bologna. Nel 1524 Girolamo entrò a far parte della "Matricola delle Quattro Arti" e, nello stesso anno, cominciò a lavorare in San Petronio, scolpendo dei pannelli della porta minore destra della Basilica.
Nel 1525 iniziò le decorazioni della Cappella Saraceni, oggetto del presente lavoro, composta da otto scene tratte dalla vita di Sant'Antonio (fig.1). Questa pittura rivela la perizia dell'artista nella sua prima pubblica, importante ed impegnativa commessa.



Figura 1. Ciclo di pitture di Sant'Antonio

Lo spazio delle pareti è suddiviso in otto scene che rappresentano otto miracoli fatti da Sant'Antonio. Le scene sono monocrome, solo i committenti ed il paesaggio alle spalle del Santo nella sesta scena sono colorate, questo è forse dovuto ad un restauro passato [3].
Le pitture sono in buon stato conservativo: solo una scena ha distacco del film pittorico in associazione con una efflorescenza bianca, probabilmente dovuta ad una solfatazione superficiale causata da una risalita capillare lungo la parete. Infatti, all'interno di questa cappella, come in tutta la Basilica, il problema più grande è l'umidità delle pareti.
Lo scopo di questa ricerca è quello di studiare la tecnica pittorica nella *"Storia della vita di Sant'Antonio"* con il fine di acquisire una più profonda conoscenza dell'artista che visse in un periodo di così importanti cambiamenti della pittura italiana.
E' stata indagata la natura sia inorganica che organica dei campioni al fine di classificare i materiali usati dall'artista e, allo stesso tempo, sono stati caratterizzati anche i composti di degrado.
Le strumentazioni analitiche che sono state utilizzate per questo lavoro sono: stereomicroscopi con luce bianca ed ultravioletto-visibile particolarmente indicata per le osservazioni sia dei frammenti che delle cross-section, microscopio Raman per l'analisi delle superfici dei microframmenti e dei vari strati componenti le stratigrafie delle cross-section, microscopio infrarosso a trasformata di Fourier (μFTIR) usato in ATR, diffrazione a raggi X (XRD), microscopio elettronico a scansione con rivelatore EDS (SEM- EDS) ed infine gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa (GC-MS).
Senza ombra di dubbio la conoscenza più approfondita della tecnica pittorica dell'artista aiuterà i restauratori ad utilizzare materiale più appropriato nella varie fasi del restauro, anche al momento dell'intervento sui materiali di degrado.

Parte sperimentale

Campionamento
Sono stati campionati quattordici micro-frammenti in differenti aree del ciclo pittorico: la scelta è stata effettuata dal restauratore così da evitare le zone di sicuro ritocco pittorico.
La descrizione del campionamento è riportata in tabella I
Microscopio UV-VIS
Il microscopio è un Nikon Eclipse 90i con stage motorizzato e con video a colori, equipaggiato con obiettivi Plan Apo da 10, 20, 40, 60 e 100 X, con contrasto interferenziale (DIC, in accordo con Normaski) con luce fluorescente e filtri FITC, TRITC e DAPI. Software Nikon ACT-2U.
Cross-section
Tutti i campioni sono stati preparati a cross section così da permetterne la lettura in stratigrafia. I campioni sono stati inglobati in resina epossidica, lappati, e fotografati con un microscopio ottico e usati per le successive analisi.
Micro - Spettroscopia Raman
Gli spettri Raman sono stati raccolti con l'utilizzo di un microscopio confocale Jobin - Yvon Horiba Labram, utilizzando il laser 632.8 cm^{-1} ed una potenza di circa 1mW. Il detector è CCD (330x1100) raffreddato con effetto Peltier. Il range spettrale varia ma in ogni modo è stato esteso al di sotto dei 100cm^{-1}. Gli spettri sono stati raccolti sulla superficie piana delle cross section adagiate su un supporto metallico. Dopo la focalizzazione dell'area di interesse

tramite l'uso del microscopio e della telecamera CCD, viene registrato lo spettro con un numero variabile di scan e di time accumulation a seconda dell'intensità della risposta del segnale.

SEM-EDS

Per quanto riguarda le analisi e l'imaging lo strumento utilizzato è stato un Philips XL 40 Scanning Electron Microscope con detector EDS della Oxford INCA system, che usa un accelerazione di 20-25KeV ed un tempo di accumulo di 100 secondi. Tutte le cross section sono state analizzate applicandole su un portacampione di alluminio, con una colla conduttiva di argento per aumentarne la conducibilità e supputerando uno strato superficiale di circa 8 nm di oro sulla superficie delle sezioni.

Diffrattometria a raggi X (XRD)

Questa analisi permette l'identificazione delle componenti cristalline dei campioni ed anche la presenza di sali solubili all'interno degli stessi.

Lo strumento utilizzato è un Panalytical, Mod.X-pert pro, con radiazione incidente CuKα, filtri Ni, a 40 mA e 40 KV. Lo scanning è continuo tra i 5° [2θ] e 65° [2θ], il detector utilizzato è un X' celerator.

Microscopio infrarosso a trasformata di Fourier (mic FT-IR)

Questa analisi è stata raccolta in ATR utilizzando un "Continuμm"- Nexus micro spettofotometro ThermoNicolet, equipaggiato con cristallo di Si. Gli spettri sono stati raccolti in un range da 4000-650 cm^{-1}, con risoluzione di 4 cm^{-1} e 120 scan. Tutti gli spettri sono presentati in trasmissione e con la linea di base corretta.

Gas- cromatografia con rivelatore in spettrometria di massa (GC-MS)

Il metodo analitico utilizzato è basato su una combinazione di procedure per la caratterizzazione degli olii siccativi [4] e materiale proteico componente il campione.

I frammenti da analizzare sono stati trattati con 10 μg di acido eptadecanoico (10 μ l in 1 mg/ml di soluzione), 10 μg di norleucina (10 μl in 1 mg/ml di soluzione) e 1μg di norvalina (10 μl in 0.1 mg/ml di soluzione) in ogni mg di campione, come standard interno.

Procedura analitica per gli acidi grassi – Il materiale da analizzare è stato trattato con HCl 4N in metanolo (1ml) e normal esano (1ml) per 2 ore a 50°C. La fase del normal esano, che contiene gli acidi grassi come metil esteri, e stata poi iniettata nel gascromatografo (1 μl). Per le analisi di questi derivati degli acidi grassi è stata utilizzata una programmata così composta: 80°C per 2 min, seguita da una rampa fino a 270°C a 20°C al minuto, seguita da un isoterma di 6 min.

Procedura analitica per gli amminoacidi – Dopo l'evaporazione fino a secchezza della fase metanolica, il residuo è dissolto in HCl 6N (2ml) e idrolizzato in una capsula con tappo a vite per 5 ore a 100°C, mantenuti a bagno Maria in un bagno ad olio, sotto flusso continuo di azoto. Dopo evaporazione fino a secchezza, l'idrolizzato viene esterificato usando 3 ml di HCl 2N in 2 propanolo a 90°C per 1 ora. Dopo aver raffreddato, il solvente viene evaporato sotto vuoto, il residuo è nuovamente dissolto in 0.2 ml di diclorometano e derivatizzato con 0.2 di anidride trifluoroacetica a 60°C in 1 ora. Dopo il raffreddamento, il solvente viene evaporato sottovuoto ed il residuo dissolto con 0.2 ml di diclorometano ed successivamente iniettato (1 μl) in colonna.Per le analisi dei derivati degli amminoacidi il programma utilizzato è 60°C per 3 min, seguito da una rampa di 25°C al minuto fino ad arrivare a 260°C e dopo una isoterma di 6 minuti.

La strumentazione utilizzata è un gascromatografo 6890N GC della Agilent Technologies accoppiato a 5973 Mass Selective detector (uno spettrometro di massa a singolo quadrupolo) equipaggiato da un iniettore split/splittless.

La temperatura della MS transfer line utilizzata è stata fissata a 280°C Gli spettri sono stati registrati in TIC (Total Ion Current) con una mass range 45-450.

Risultati e discussione

La caratterizzazione dei materiali costituenti i campioni è stata ottenuta analizzando i frammenti con tutte le tecniche sopra elencate e combinando i risultati ottenuti [5-7].

La lettura delle stratigrafie è riportata leggendo i vari strati dal basso (intonaco) verso l'alto.

Intonaci

Le analisi XRD sono state raccolte con lo scopo di identificare le fasi cristalline costituenti gli intonaci e gli strati pigmentati.

Sfortunatamente solo il campione GT5, viste le sue maggiori dimensioni (approssimativamente 1x1.5mm) rispetto agli altri, ha dato risultati interessanti.

E' stato possibile effettuare l'analisi direttamente sul frammento ponendolo al centro della radiazione X incidente ma, essendoci un elevato rumore di fondo, è stato indispensabile effettuare la pulizia del segnale.

L'analisi dell'intonaco ha messo in evidenza, come componenti principali, una calcite magnesiaca [$(Mg_{0.6}Ca_{99.4})(CO_3)_2$] ed una sabbia feldspatica.

Le analisi condotte con il SEM-EDS hanno evidenziato delle differenze nella composizione degli intonaci. Il ritrovamento di Piombo e Calcio in alcuni campioni ha messo in evidenza la presenza di Bianco di Piombo e Calcite.

I segnali analitici di Ferro, Alluminio e Silicio sono stati attribuiti alla presenza di Terre Naturali e buona parte del Silicio è probabilmente dovuto all'inerte contenuto nell'intonaco cioè la sabbia; anche Ocre Rosse e Terra Verde che sono pigmenti naturali contengono Ferro e grandi quantità di alluminosilicati.

In molti campioni è evidente la presenza di Zolfo, che è da imputare alla presenza di gesso negli strati. Il ritrovamento di quest'ultimo ha due possibili cause: può essere stato utilizzato dall'artista per avere una più omogenea e piatta superficie pittorica (ma non si è avuta evidenza morfologica di ciò) oppure è dovuto al degrado del Carbonato di Calcio.

Stesura preparatoria

Le cross section osservate hanno rivelato la presenza di stesure preparatorie al di sotto degli strati pigmentati: questo è probabilmente da imputare alla tonalità superficiale voluta dall'artista.

Il colore della preparazione cambia a seconda del soggetto dipinto: in qualche campione sono presenti strati preparatori a tonalità chiara mentre in altri ne risulta evidente una scura.

Nel primo caso le analisi elementari hanno messo in evidenza una grande quantità di Piombo, relazionabile alla presenza di Biacca ed Ossidi di Piombo (gialli), di Calcio attribuibile alla presenza di Bianco San Giovanni, insieme con Silicio, dovuto a materiali argillosi che contengono anche Al, Mg e Fe.

Nel secondo caso la presenza di Calcio, Piombo e Ferro possono essere associati rispettivamente al Bianco di San Giovanni mescolato a Biacca, Ossidi di Piombo ed ad una grande quantità di Ocra Rossa. In particolare la grande quantità di Ferro ed il colore scuro fanno supporre anche la presenza di Ossido di Ferro Nero. La piccola quantità di Zolfo è attribuibile al Gesso.

Pigmenti

E' stata effettuata una preliminare ricerca tramite μspettroscopia FT-IR in riflessione così da non avere la minima perdita di campione. Sono state scelte le stratigrafie più interessanti tramite la preliminare osservazione al microscopio ottico. Gli spettri ottenuti in ATR mostrano le bande tipiche del Carbonato di Calcio dovuto all'intonaco con i picchi intorno ai 1400 cm^{-1} e le due bande caratteristiche a 873 e 713 cm^{-1}.

Le bande a 1403 e 837 cm^{-1} sono quelle tipiche della Biacca che è un pigmento ampiamente utilizzato in questi strati pittorici.

Anche il gesso è presente, correlato a fenomeni di solfatazione. Bande a 3524 e 3395 cm^{-1} sono gli stretching O-H, mentre quelle a 1113 e 673 cm^{-1} sono dovute allo stretching dei gruppi solfato. Anidrite, la forma anidra del Gesso, è stata rinvenuta in molti campioni ed è stata molto probabilmente utilizzata dall'artista in miscela con gli altri pigmenti negli strati pigmentati.

Alle volte è stata messa in evidenza una banda intorno ai 1000 cm^{-1}, che è attribuibile alla presenza di silicati contenuti nelle Terre (Ocra Rossa e Gialla e Terra Verde).

La μspettroscopia Raman è una tecnica utile per analizzare materiali inorganici senza dover preparare il campione. Il problema più grosso che si è presentato in qualche campione è stata la fluorescenza che ha coperto in parte o totalmente la possibilità di procedere con l'analisi e così solo pochi materiali inorganici sono stati identificati. L'analisi superficiale anche in questo caso ha messo in evidenza la presenza diffusa di Bianco di Piombo, e particelle di carbone (fig.2)

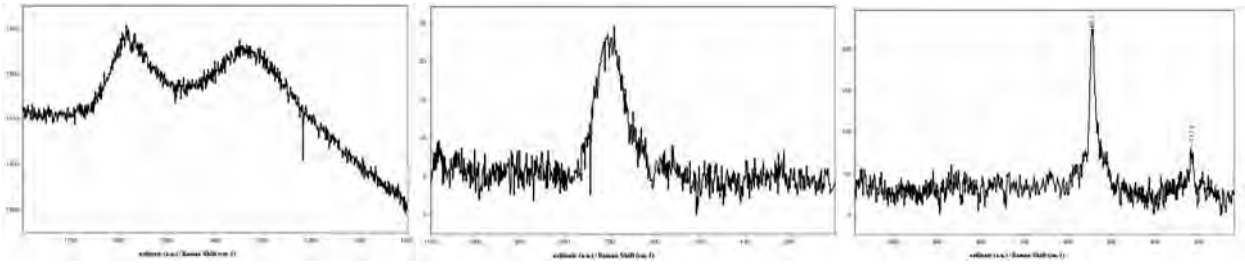


Figura 2. Spettri Raman di Carbone, Biossido di Manganese e Bianco di Piombo

Un altro pigmento molto presente è il Bruno di Verona che è volutamente ottenuto dall'artista per calcinazione della Terra Verde così da ottenere una variazione più scura del colore.

Tramite spettroscopia Raman in un solo campione è stata identificata la Calcite, probabilmente dovuta al supporto o all'uso del Bianco di San Giovanni, in miscela a Rosso di Piombo e tracce di Biossido di Manganese: prendendo in considerazione il colore del campione l'ultimo pigmento è quello presente in maggiore quantitativo.

Come già riportato sopra il campione GT5 è stato analizzato direttamente sulla superficie con l'utilizzo della tecnica XRD. Il diffrattogramma ottenuto mostra la presenza di Cerussite $PbCO_3$, trovata anche nella composizione silicatico carbonatica dell'intonaco, in miscela con altri pigmenti. Le analisi ottenute con l'utilizzo dell'FT-IR mostrano la presenza di Carbonato di Calcio e di Cerussite-Bianco di Piombo (1400 cm^{-1}, 873, 840 e 713 cm^{-1}) e Gesso (3529, 3402, 1113 e 673 cm^{-1}): con la spettroscopia Raman è stato possibile identificare anche la presenza di differenti ossidi di ferro, Ematite, Goethite Magnetite e carbone.

Per lo studio più approfondito delle stratigrafie dei singoli frammenti è stata utilizzata la microscopia elettronica a scansione combinata con rivelatore EDS di microanalisi.

Come è già risultato evidente dalle analisi sopra descritte la tavolozza pittorica dell'artista non è molto ampia e pure le stratigrafie non sono molto complesse: il ciclo pittorico è dipinto in tonalità monocromatiche nella quasi totalità delle scene.

Per questo motivo riporteremo solo due tra i vari frammenti, quelli di maggiore interesse.

Nel campione GT9 sono state identificate cinque stesure: le prime due sono intonaco e preparazione che sono già state descritte nei paragrafi precedenti (Fig.3).
La pellicola pittorica è formata da una prima stesura spessa (C) composta da Bianco e Giallo di Piombo mescolati con Ocra Rossa che è stata identificata dalla presenza di Fe, Al, Na, e Mg. La stesura al di sopra di C (D) di colore scuro contiene differenti elementi che lasciano pensare alla presenza di Ossidi di Ferro, Ematite, Bianco di Piombo, Giallo di Piombo e Carbonato di Calcio. Particelle di Carbone sono state identificate in questa stesura in miscela con gli altri pigmenti (Fig.3 (c) e (d))

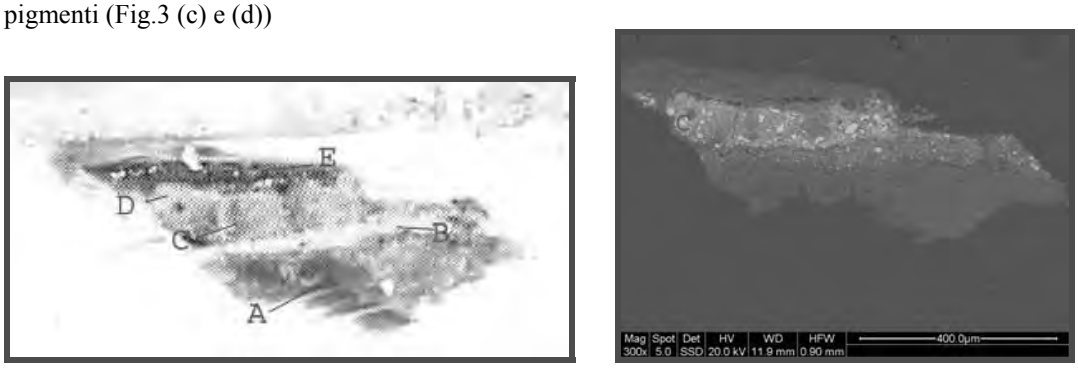


Figura 3. Sezione lucida del campione GT9: fotografia al microscopio ottico(a) e immagine raccolta al SEM (b)

Esaminando le sezioni lucide, tramite l'immagine ad elettroni retrodiffusi, è possibile individuare una grossa frattura tra gli strati "D" ed "E" (Fig.3b). Questa fessura può star ad indicare che lo strato finale "E" è una stesura di ridipintura applicata sullo strato "D" già secco, cossichè è giustificabile il distacco causato dalla differente composizione di materiali organici ed inorganici.
La stesura "E" contiene gli stessi pigmenti rinvenuti nello strato "D" più interno: Ossido di Piombo Giallo, Ossidi di Ferro e Terre Naturali. La forte intensità del picco del Carbonio è dovuta alla presenza di particelle carboniose aggiunte al pigmento con lo scopo di inscurire il tone del colore.
E' interessante sottolineare che solo in un campione il Bianco di Piombo è assente. Questo campione è composto da quattro stesure: le prime due sono intonaco e preparazione. Gli strati pigmentati sono due di cui la prima composta da Bianco San Giovanni e Terre Naturali mentre la seconda è Bianco San Giovanni, Ocra Rossa ed Ossidi di Ferro.

Composti Organici

La possibile presenza di composti organici è stata in un primo momento ricercata sulle sezioni lucide tramite l'utilizzo di un microscopio a luce U.V.
Sono state analizzate con questa metodologia tutte le sezioni lucide ma solo in pochi casi è stato possibile identificane i media pittorici.
In questo lavoro viene riportato solo il caso più interessante riguardante il campione GT14 (Fig.4).
Questo frammento ha la stratigrafia che è composta da cinque stesure. Due strati hanno evidenziato un forte fluorescenza che indica la sicura presenza di sostanze organiche. Al momento della analisi di questi due strati pigmentati si è evidenziata la composizione a base di Bianco di Piombo in entrambe le stesure. Poteva, quindi, essere ipotizzabile che la fluorescenza fosse dovuta al pigmento stesso che, in effetti, se illuminato con luce U.V., risulta fluorescente. Il colore che risulta in questo caso non è però dovuto a tale pigmento; infatti una fluorescenza blu è dovuta alla presenza di sostanze proteiche mentre una fluorescenza gialla è dovuta a medium organici lipidici.
In questo caso è possibile pensare che fosse stata applicata una preparazione al fine di uniformare la superficie per accogliere uno strato pittorico pigmentato o una ridipintura.
In ogni modo, come è possibile vedere dalle fotografie, è presente una grossa frattura tra questi strati che è possibile stia ad indicare una errata applicazione dei materiali dello strato oppure una troppo bassa porosità del substrato di base che doveva accogliere la nuova stesura.
Le analisi effettuate con il micro FT-IR hanno reso possibile l'identificazione di molte classi di materiali organici presenti in questo campione che mostrano le bande tipiche di medium pittorici di tipo proteico.

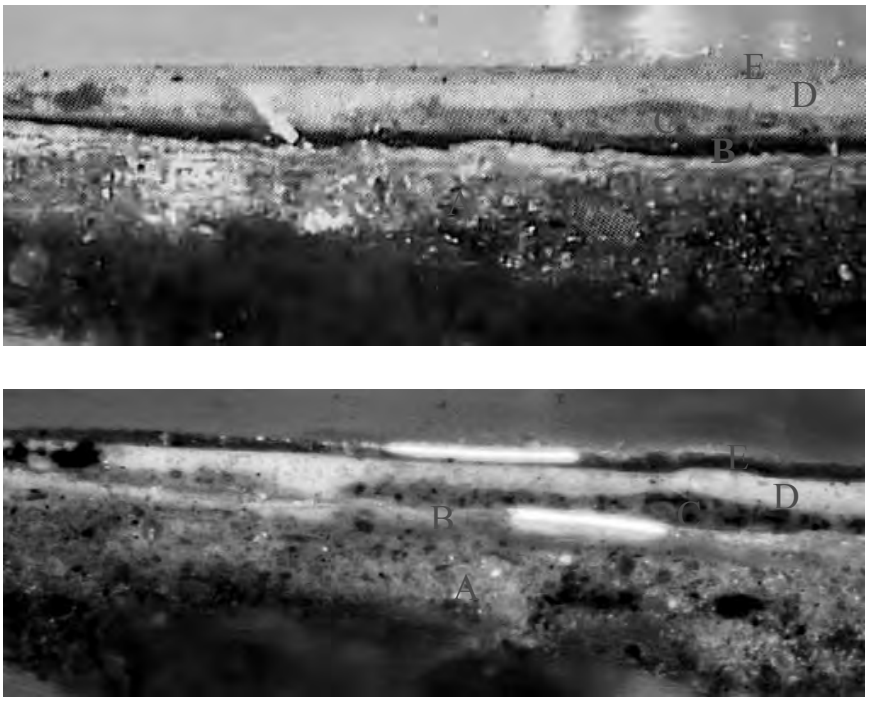


Figura 4. Immagini del campione GT14 con microscopio ottico (a) e con microscopio U.V. (b)

In figura 5 è possibile vedere lo spettro FT-IR del campione GT9 che mostra le bande tipiche degli stretching C-H a 2924 e 2954 cm^{-1}, stretching C=O della ammide I a 1646 cm^{-1} e bending N-H dell'ammide II a 1544 cm^{-1}; probabilmente il segnale intorno ai 1450 cm^{-1} non è visibile a causa del forte segnale di assorbimento del gruppo C=O dei carbonati.

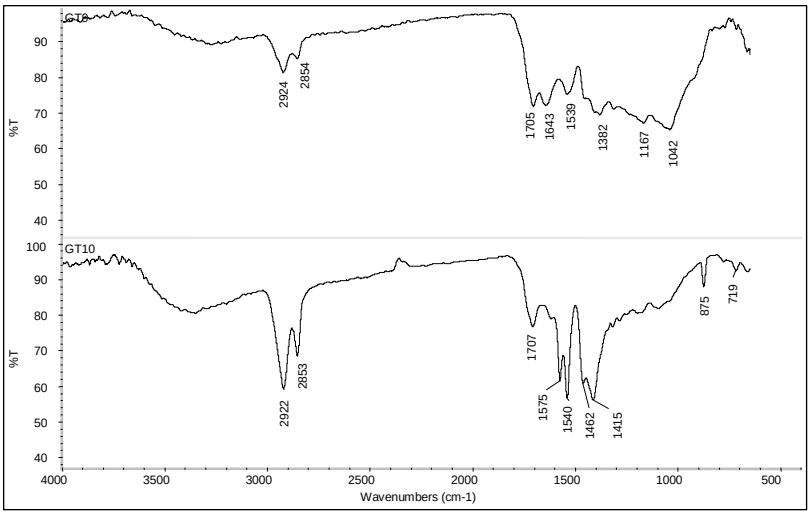
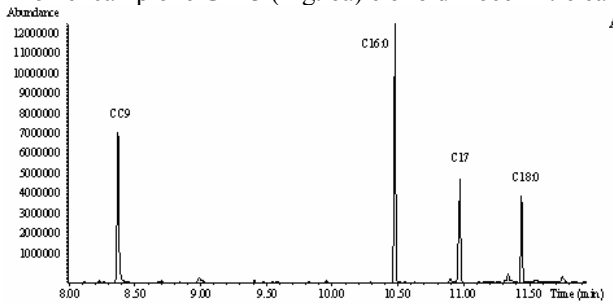
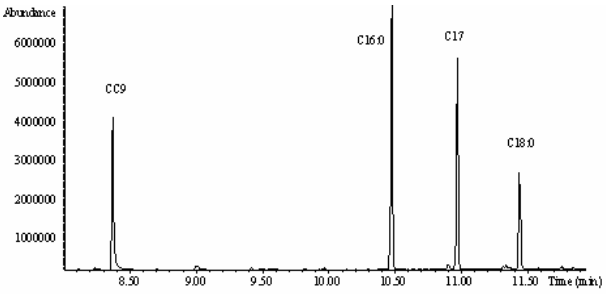


Figura 5. Spettri FT-IR del campione GT9 e GT10 che mostra gli assorbimenti tipici dei medium proteici.

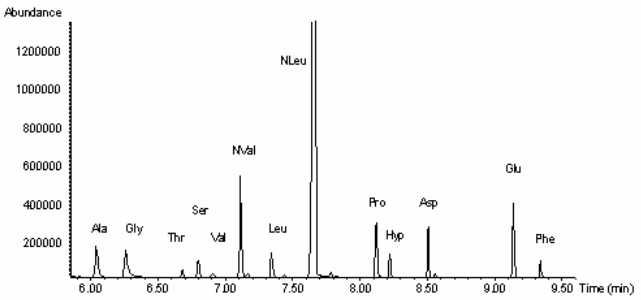
E' stata anche identificata la presenza di materiale lipidico nei campioni GT8 e GT10, tramite l'individuazione del loro assorbimento caratteristico degli stretching dei CH alifatici (2925-2852 cm^{-1}), stretching C=O (1735 cm^{-1}) e le deformazioni dei CH alifatici (1458-1379 cm^{-1}).
Una ulteriore conferma della presenza di oli siccativi si è evidenziata negli spettri dei campioni GT13 e GT14 dove si sono identificate le bande caratteristiche (1575 e 1540 cm^{-1}) dei gruppi carbossilati dovuti alla formazione di sali risultanti dalla reazione di saponificazione tra acidi carbossilici dei trigliceridi degli oli e Carbonato basico di Piombo che è ampiamente utilizzato in tutte le scene del ciclo pittorico.
Negli spettri di tutti i campioni, eccetto GT11, è presente un materiale naturale di tipo resinoso. Bande di stretching carbonilici di gruppi acidi sono presenti a 1709 cm^{-1} ed anche le deformazioni a 1458-1379 cm^{-1} che sono caratteristiche di queste composti terpenici.
Partendo da queste indicazioni si posso ottenere maggiori informazioni utilizzando una tecnica analitica che può classificare la natura chimica delle sostanze organiche.
Le analisi sono state condotte con il gascromatografo ed hanno raggiunto informazioni più approfondite. Lo strumento utilizzato è, come già accennato, il gascromatografo accoppiato allo spettrometro di massa. Questa strumentazione è stata utilizzata per identificare i materiali lipidici e proteici già osservati con l'utilizzo dell'FT-IR.
Per ogni campione da analizzare sono stati effettuati due cromatogrammi: uno sull'estratto lipidico e l'altro su quello proteico.
La frazione lipidica di ogni campione è stata caratterizzata dalla presenza degli acidi di carbossilici e particolarmente dalla presenza dell'acido azelaico e degli acidi grassi saturi quali palmitico e stearico. Solo in sei campioni il rapporto tra acido azelaico e acido palmitico sottolinea la presenza di oli siccativi quali medium pittorici. In particolare il rapporto tra acido palmitico e acido stearico renderebbe possibile la distinzione tra i vari oli siccativi: ad esempio oli di lino nel campione GT13 (Fig. 6a) e olio di noce in tre campioni (Fig. 6b).



a)



b)



c)

Figura 6 a); b); c). Cromatogramma a) di tracce di olio di lino; b) di tracce di olio di noce; c) della frazione proteica composta da amminoacidi.

Parlando della frazione proteica si può sottolineare che gli amminoacidi sono presenti in tutti i campioni. (Fig.6c).
La caratterizzazione degli amminoacidi presenti è stata effettuata considerando un set di otto amminoacidi: alanina (Ala), glicina (Gly), leucina (Leu), prolina (Pro), idrossiprolina (Hyp), acido aspartico (asp) acido glutammico (Glu) e fenilalanina (Phe). I dati degli amminoacidi sono stati ottenuti come valori percentuali di aree, corretti con i fattori di risposta e comparandoli con quelli ottenuti dalle analisi di standard usando lo stesso strumento e la stessa metodologia.
Al fine di distinguere tra i diversi leganti proteici comunemente usati in pittura, il contenuto amminoacidico è stato sottoposto all'analisi multivariata dei dati (PLS) in accordo con il metodo dell'analisi delle componenti principali (PCA). La percentuale dell'area degli otto aminoacidi standard sopra riportati (provenienti dalla banca dati di riferimento dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze) è stata utilizzata come database [9,10].
I risultati ottenuti tramite l'elaborazione dei dati con la PCA (Fig.7) colloca I campioni GT7 GT1 all'interno dei cluster dell'uovo mentre i restanti campioni sono collocati in un nuovo cluster che rivela un misto tra colla e uovo. Il contenuto di colla animale sembra aumentare dal campione GT9, GT5 e GT14 fino ad arrivare a valori negativi di PC1 che corrispondono ad un valore percentuale alto di glicina e specialmente idrossiprolina.

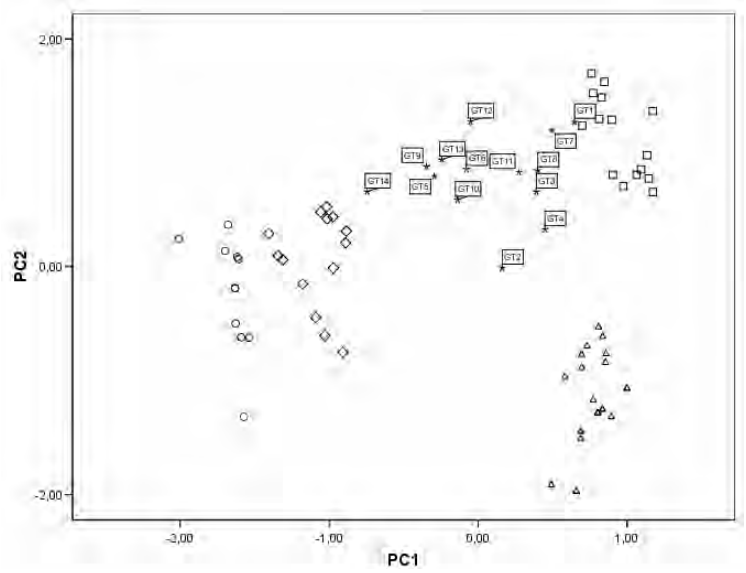


Figura 7. Lo score plot di tutti I campioni con la PCA(○ colla animale, □ uovo, ◇ uovo/colla e latte/colla mix, △ latte)

Conclusioni

Le analisi condotte sul ciclo pittorico "La storia della vita di Sant'Antonio" di Girolamo da Treviso, ubicato all'interno della basilica di San Petronio a Bologna, hanno reso possibile la caratterizzazione della tecnica dell'artista nonché l'individuazione della tavolozza pittorica dell'artista.
Un excursus completo su tutte le analisi effettuate nonché tutti i risultati ottenuti è possibile vederlo riportato in tabella I.
Gli intonaci sono composti principalmente da Carbonato di Calcio miscelato a Terre Naturali e Bianco di Piombo con un grande quantitativo di Silicio dovuto all'inerte dell'intonaco (sabbia) e all'Ocra Rossa o alla Terra Verde che sono pigmenti naturali contenti una grande quantità di silicati e allumnosilicati. Gesso e Bianco di Piombo sono stati miscelati all'impasto dell'intonaco molto probabilmente al fine di ottenere una superficie più omogenea così da poter accogliere gli strati pigmentati. Al di sopra dell'intonaco spesso è presente uno strato preparatorio colorato.
Una pittura monocromatica nella sua esecuzione richiede solo pochi e "poveri" colori: Bianco di Piombo, Bianco di San Givanni, Anidride, Carbone, Ocra Rossa, Ocra Gialla e Ossidi di Ferro ed, in questo caso, la Terra Verde calcinata a Bruno di Verona. E' stata rinvenuta anche la presenza di Ossido ed Idrossido di Manganese. Questi pigmenti sono i costituenti della tavolozza pittorica dell'artista e dalla miscela di questi colori sono derivate tutte le nuance del ciclo pittorico sotto analisi.
Sono stati rinvenuti dei pigmenti degradati come ad esempio il Bianco di Piombo che si è trasformato in Ossido di Piombo Bruno probabilmente a causa dello scarso contenuto in sostanze organiche all'interno dello strato pigmentato.
La presenza di degrado nelle pitture analizzate è stata evidenziata anche dalla presenza di Gesso che in alcune zone provoca il degrado della superficie pittorica.
L'osservazione condotta sulle sezioni lucide tramite l'utilizzo del microscopio a luce visibile e U.V. ha portato in evidenza che le stratigrafie dei quattordici campioni sono composte da una o al massimo cinque stesure. I campioni GT6 e GT10 sono composti da una unica stesura, GT8 da due, sei dei quattordici campioni sono costituiti da tre strati, GT12 è costituito da quattro stesure ed infine gli ultimi quattro campioni sono composti da cinque strati. I frammenti composti dalle stratigrafie più complesse sono probabilmente le zone di ripensamento pittorico dell'artista che voleva raggiungere la giusta tonalità del colore.
Le analisi condotte sulla pittura portano sicuramente a poter asserire che questo dipinto murale non può essere considerato un *"buon fresco"*, dato che l'artista ha utilizzato dei leganti organici per dipingere alcune zone del ciclo pittorico.
Le analisi gascromatografiche hanno messo in evidenza la presenza sia di medium lipidici che proteici. In particolar modo si è evidenziato che nel campione GT13 sono presenti olio di lino, uovo e colla animale, GT7 contiene olio di noce e uovo, GT8/9/10 e 14 contengono olio di noce, uovo e colla animale, il campione GT1 contiene solo uovo mentre GT2/3/4/5/6/11 e 12 sono costituiti da una miscela di uovo e colla animale. L'uso di leganti organici su una parete non è molto usuale ma sono già state rinvenute citazioni all'interno della bibliografia negli stessi anni di Girolamo da Treviso [11-13].
Infine è interessante sottolineare che il Vasari ne *"Le Vite"*, riportando un dialogo tra Girolamo da Treviso e Pierin del Vaga mette in evidenza che l'artista è una persona che rifiuta le tecniche pittoriche tradizionali preferendo una tecnica pittorica più espressiva e libera [14].

TABELLA I

Campione	Colore superficiale	Fluorescenza UV	FTIR	SEM-EDS	μ-Raman	GC-MS
GT1	Marron chiaro	nessuna	Probabile presenza di resine. Carbonato di Calcio, Bianco di Piombo, Gesso e Anidrite.	C, O, Al, Si, S, K, Ca, Fe	Calcite, Bianco di Piombo, Carbone, Albite	Uovo
GT2	Marron scuro	nessuna	Probabile presenza di resine.	C, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Fe	Ematite, Magnetite, Gesso, Carbone, Calcite, Ossido di Manganese	Uovo, Colla Animale
GT3	Giallo chiaro	nessuna	Resine, Probabile presenza di materiale proteico, Bianco di Piombo, Carbonato di Calcio, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Pb	Carbone, tracce di Nero d'Ossa, Ossido di Manganese	Uovo, Colla Animale
GT4	Giallo chiaro	Strato C molto fluorescente	Resine, Carbonato di Calcio, Anidrite, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Pb	Calcite, Goethite, Carbone, Bianco di Piombo, Ossidi di Ferro	Uovo, Colla Animale
GT5	Marron scuro	nessuna	Resine, Carbonato di Calcio, Bianco di Piombo, Gesso	C, O, Na, Mg, Al, S, K, Ca, Fe, Pb	Feldspate, Hematite, Carbon, Magnetite, Goethite, Quartz	Uovo, Colla Animale
GT6	Marron scuro	nessuna	Resine, Carbonato di Calcio, Anidrite, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Pb	Fluorescente	Uovo, Colla Animale
GT7	Bruno giallastro	nessuna	Resine, Carbonato di Calcio, Anidrite, Silicati	C, O, As, Al, Si, Pb, Ca, Fe	Bianco di Piombo, Carbone, Quarzo	Olio di noce, Uovo
GT8	Bruno giallastro	nessuna	Resine, oli, materiale proteico, Carbonato di Calcio, Bianco di Piombo, tracce di Anidrite, Silicati	C, O, As, Pb, K, Ca	Bianco di Piombo, Carbone, Ematite, Goethite	Olio di noce, Uovo, Colla Animale
GT9	Marron scuro	Strati C ed E molto fluorescenti	Resine, materiale proteico, Carbonato di Calcio, Bianco di Piombo, tracce di Anidrite, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Pb	Bianco di Piombo, Carbone, Ematite, Goethite	Olio di noce, Uovo, Colla Animale
GT10	Marron scuro	_	Carbonato di Calcio, oli, Gesso, Silicati	_	_	Olio di noce, Uovo, Colla Animale
GT11	Marron verde	Strati B, C, D, E molto fluorescenti	Carbonato di Calcio, Gesso, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Pb	Calcite, Carbone, tracce di Rosso di Piombo, Biossido di Maganese, Bianco di Piombo, Goethite	Uovo, Colla Animale
GT12	Rosso	nessuna	Resine, Carbonato di Calcio, Bianco di Piombo, Gesso, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe	Carbone, Ematite, Goethite	Uovo, Colla Animale
GT13	Bruno giallastro	nessuna	Resine, Sali di acidi grassi, Carbonato di Calcio, Gesso, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Fe, Pb	Quarzo, Bianco di Piombo, Carbone	Olio di lino, Uovo, Colla Animale
GT14	Giallo ocra	Strati B e D molto fluorescenti	Resine, Sali di acidi grassi, cere, materiale proteico, Bianco di Piombo, Anidrite Carbonato di Calcio, Gesso, Silicati	C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Pb	Bianco di Piombo, Carbone, Ematite, Magnetite	Olio di noce, Uovo, Colla Animale

Bibliografia

[1] AA.VV., La Basilica di San Petronio a Bologna Vol. 1 e 2., Cassa di Risparmio di Bologna, 1983

[2] D'Amico R., Grandi R. Il cantiere di San Petronio: il tramonto del Medioevo a Bologna, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, 1987;

[3] Tarozzi C., Restorer in Saint Petronio Basilica - private communication

[4] Casoli A., Cauzzi D., Palla G. "The study of binding media in polychrome works of art: dry oils", OPD Restauro, 11 (1999) 111-121

[5] Baraldi P., Bonazzi A., Giordani N., Muscogiuri D., Paccagnella F., Zannini P, Analytical characterisation of Roman plasters of the "Domus Farini" in Modena, Archaeometry 48, 3,(2006), p. 481-499;

[6] Baraldi, P., Paccagnella F., Zannini P., (May 2007), Development of complementary microscopic techniques in the analysis of Cultural Heritage Materials, Science and technology for Cultural Heritage accepted

[7] Paccagnella, F., Zannini P., Analytical diagnosis on Roman Amphorae of the I cent. a.C, Journal of Archaeological Science submitted.

[8] Casoli A., Cremonesi P., Palla G., Vizzari M.,Application of Gas Chromatography - Mass Spectrometry analysis to the study of works of art: paint media identification in polychrome multi-material sculptures, Annali di Chimica, 91 (2001) pp. 727-739

[9] Lanterna G., Matteini M., Mairani A., Rizzi M., Characterisation of decay markers on pictorial models simulating ancient polychromies, Proc. of 2nd International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin", Parigi, (1999) Elsevier, Amsterdam, 2000.

[10] Casoli A., Fichera M., Fifi A.P., Musumarra G., Palla G., Characterisation of proteinaceous binders by multivariate analysis of their amino acid "fingerprint, Sci. Technol. Cultural Heritage, 7 (1) (1998) pp. 39-47.

[11] Bevilacqua F., Fabbri R., Casoli A., Pinna D., La pittura ad olio su intonaco, esempi ferraresi: Leonardo da Brescia, Ippolito Scarsella, Carlo Bodoni. Studi, indagini, restauri, Proc. of XXIII Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali "Sulle pitture murali - Riflessioni, Conoscenze, Interventi", July 12-15 (2005), Bressanone (Italy),pp. 241-250

[12] Bersani D., Antonioli G., Lottici P.P., Casoli A., Raman microspectrometric investigation of wall paintings in S. Giovanni Evangelista Abbey in Parma: a comparison between two artists of the 16th century, Spectrochimica Acta, Part A, 59 (2003) pp. 2409-2417.

[13] Bersani D., Lottici P.P., Antonioli G., Campani E., Casoli A., Violante C., Pigments and binders in the wall paintings of Santa Maria della Steccata in Parma (Italy): the ultimate technique of Parmigianino, J. Raman Spectroscopy, 35 (8/9) (2004) pp. 694-703.

[14] G. Vasari in Le Vite de' più Eccellenti Pittori, Scultori e Architettori, (1568), Sansoni, Firenze, 1967.

EFFETTI DELLA TEMPERATURA E DEI SOLVENTI SU VERNICI SINTETICHE E NATURALI

Lucia Dori, Leonardo Borgioli, Daniele Piacenti

C.T.S. S.r.l., Via Piave 20/22 36077 Altavilla Vicentina (VI), leonardo.borgioli@ctseurope.com

Le nuove vernici per dipinti a base di **resine alifatiche a basso peso molecolare**, applicate diffusamente in Italia negli ultimi anni, sono state spesso applicate come vernici finali su stesure di vernici sia sintetiche che naturali [1,2], applicate talvolta nella fase di ritocco pittorico.
Nel caso dell'applicazione di una resina naturale terpenica (mastice o dammar), viene ampliamente utilizzato come solvente l'essenza di trementina, le cui caratteristiche di alta ritenzione comportano tempi lunghi di asciugatura. Infatti, secondo i ben noti studi di Feller [3,4] sappiamo che dopo circa 30 giorni dall'applicazione il 15% circa dell'essenza di trementina è ancora presente nel film di vernice. Inoltre dagli studi delle curve di evaporazione/ritenzione condotti da L. Masschelein-Kleiner [5] sugli strati pittorici (dove si ha una parziale migrazione del solvente a seguito dell'applicazione della vernice), più del 5% dell'essenza permane addirittura anche dopo 60 giorni, e una certa frazione di entità non determinabile subisce dei fenomeni di ossidazione e polimerizzazione, che la rendono non più volatile.
Ci si è posti il problema di una **possibile interazione tra il solvente ritenuto nello strato pittorico e nel primo strato di vernice, ed il secondo strato di vernice**, quando per questo venga utilizzato un prodotto ad alta reversibilità come la Regal Varnish (a base di resina alifatica Regalrez 1094).
La finalità delle prove descritte nel presente lavoro è proprio quella di fornire una prima valutazione su un particolare aspetto, quello del comportamento alle variazioni di temperatura di film di vernice mastice e vernice alifatica, applicate con solventi a diverso livello di ritenzione.

Materiali

E' stata preparata una tavola in pioppo di cm 60x30 che simula un dipinto reale, con la seguente metodologia:

1. Stesura di un fondo con 2 mani di gesso e colla di coniglio in acqua (1:16)
2. Stesura di una base a tempera a base di pigmenti e colla di coniglio (1:16). Sono state create due zone di tempera di diverso colore, chiaro (cinabrese) e scuro (morellone), in modo da verificare se i colori scuri potevano risultare, per un maggior assorbimento di calore, più sensibili all'irraggiamento.
3. Stesura di una mano di gommalacca in alcool etilico (35% in peso)
4. Stesura delle vernici, diverse sia per tipo di resina utilizzata (mastice e Regalrez 1094), che per tipo di solvente (essenza di trementina, **white spirit**/toluene, *white spirit*/ligroina).

I solventi utilizzati presentavano le seguenti caratteristiche:

Nome solvente	Teb (°C)	Vevap (etiletere=1)	Tensione di vapore (mmHg)	Densità (Kg/lt a 20°C)	Punto di infiammabilità (°C)	DL_{50} (orale ratto)(mg/Kg)	TLV/TWA (mg/m^3)
Toluene	111	5.3	37	0.87	+4	5000	188
essenza di trementina	154-170	96	4	0.86	+40	5760	560
white spirit D40	155-200	50	1.5-3.8	0.79	+38	6500	1200
Ligroina 100-140	100-140	4-9	40	0.71	-18	n.d.	890

La resina mastice di Chios ha un punto di rammollimento di 76-80°C, mentre la Regalrez 1094 ha una Tg di 33°C ed un punto di rammollimento di 94°C [6].

Lo schema dei trattamenti sulle varie aree della tavola è riassunto nella tabella sottostante

M0_ Solo morellone non verniciato	**M1_** Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%	**M2_** Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%. 2 mani di resina alifatica*	**M3_** Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15)	**M4_** Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15). 2 mani di resina alifatica*	**M5_** 2 mani di resina alifatica*

C0_ Solo cinabrese non verniciato	**C1_** Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%	**C2_** Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%. 2 mani di resina alifatica*	**C3_** Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15)	**C4_** Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15). 2 mani di resina alifatica*	**C5_** 2 mani di resina alifatica*

* Regalrez 1094 al 25% in una miscela 50/50 di *white spirit D40* e ligroina 100-140°C, addittivato del 2% di Kraton G-1650 e 0,5% di Tinuvin 292. Questa formulazione corrisponde, con la sola differenza del solvente, a quella della vernice **Regal Varnish Gloss**.

I provini sono stati fatti asciugare per un periodo di 1 mese.

Risultati

1) Irraggiamento in Clima-Box
I provini sono stati posti, assieme ad una sonda Hobo H8/3, all'interno di un Clima-box di cm 85x73,5x14,7, davanti al quale è stata posta una lampada, inizialmente a 125 W, poi a 500 W. La lampada è stata progressivamente avvicinata in modo da innalzare lentamente la temperatura.
Il controllo di temperatura è stato effettuato anche dall'esterno con un termometro ad infrarossi, Modello HI 99550 della Hanna Instruments.

La temperatura della superficie esterna è salita progressivamente da 19°C a 52°C (temperatura massima registrata nella zona centrale del clima-box, che scendeva attorno ai 32°C in corrispondenza dei bordi), mentre all'interno si registrava un aumento più contenuto, da 19°C a 29°C.
Si consideri che per ragioni operative la sonda Hobo era posizionata in corrispondenza del bordo superiore del Clima-Box, e che quindi la differenza tra esterno ed interno registrata era di soli 3°C (32°-29°C). L'innalzamento è stato condotto in un tempo di 2 ore, per evitare sbalzi eccessivi.

Il Clima-Box è stato poi aperto per una valutazione tattile delle vernici.

Il controllo empirico del livello di rammollimento dei vari provini ha confermato la prevista forte influenza dei solventi ad alta ritenzione, ed i risultati forniscono utili indicazioni operative riguardo l'utilizzo di vernici ad alta rimovibilità, come quelle a base di resine alifatiche.

Inoltre non è possibile discriminare l'effetto tra le due aree di colore diverso, probabilmente per la limitata sensibilità del metodo di valutazione.

Trattamento	**Effetto**
M0 e C0_ Aree non verniciate	Nessun effetto
M1 e C1_ Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%	Leggermente appiccicosa. Rimangono le impronte
M2 e C2_ Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%. 2 mani di resina alifatica	Molto appiccicosa. Impronte evidenti.
M3 e C3_ Vernice mastice in white spirit D40 e toluene (85/15)	Nessuna appiccicosità.
M4 e C4_ Vernice mastice in white spirit D40 e toluene (85/15). 2 mani di resina alifatica	Leggermente appiccicosa. Rimangono le impronte
M5 e C5_ 2 mani di resina alifatica	Nessuna appiccicosità.

Una seconda prova è stata condotta sugli stessi provini, riverniciati però con altre due mani di resina alifatica nelle zone in cui era stata precedentemente applicata (M2 e C2, M4 e C4, M5 e C5); la ragione di una verniciatura così pesante era quella di porsi in una "situazione limite" in modo da poter individuare il formarsi di eventuali colature di vernice. Il tempo intercorso tra questa seconda verniciatura e la prova in Clima-Box è stata di soli 16 giorni.
Sempre a tale scopo è stata collocata insieme ai suddetti provini anche una piccola tela, con preparazione acrilica isolata con gommalacca, e verniciata nella parte superiore con ben 6 mani di resina alifatica, in cui era stato disperso del nerofumo. L'ammorbidimento della vernice con eventuale colatura nell'area bianca sarebbe stato

così facilmente visibile. Anche l'asciugatura di questo provino è stata di soli 16 giorni.

La temperatura della superficie esterna è stata progressivamente incrementata con l'applicazione della lampada da 500 W, partendo da 21°C ed arrivando ad una temperatura massima registrata nella zona centrale (esterna) del clima-box di circa 80°C, che scendeva, come nel caso precedente, attorno ai 32°C in corrispondenza dei bordi.
All'interno si registrava sempre un aumento, ma più contenuto, da 20°C a 29°C. Si consideri che la sonda Hobo era sempre posizionata in corrispondenza del bordo superiore del Clima-Box.
L'innalzamento di temperatura, superiore al caso precedente, è stato condotto in un tempo minore, di una sola ora, proprio per causare un forte "shock" termico alla superficie.

Al termine dell'ora il Clima Box è stato aperto per una valutazione tattile delle vernici.

Trattamento	**Effetto**
M0 e C0_ Aree non verniciate	Nessun effetto
M1 e C1_ Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%	Decisamente appiccicosa.
M2 e C2_ Vernice mastice in essenza di trementina. 2 mani al 30%. **4** mani di resina alifatica.	E' l'area più appiccicosa.
M3 e C3_ Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15)	Media appiccicosità.
M4 e C4_ Vernice mastice in *white spirit* D40 e toluene (85/15). **4** mani di resina alifatica	Media appiccicosità.
M5 e C5_ 4 mani di resina alifatica	Minima appicicosità.
6 mani di resina alifatica mista a nerofumo	Decisamente appiccicosa

Si è notato anche un fenomeno correlabile all'aumento della temperatura: sulla tela e solo in corrispondenza delle zone con il telaio di legno sottostante, si sono create alcune aree completamente prosciugate ed opache, tornate perfettamente uguali al resto della verniciatura solo dopo il raffreddamento della tela.
La spiegazione del fenomeno, sicuramente legata alla differenza tra tela a contatto con il legno e tela libera, potrebbe essere:

- Maggiore ritenzione del solvente da parte del legno al momento della verniciatura, e successivo rilascio dovuto al riscaldamento.
- Maggiore accumulo di energia termica per più tempo con conseguente riscaldamento maggiore nelle zone a contatto con il telaio.

2) Irraggiamento diretto
A distanza di 60 giorni dal termine delle prove condotte in Clima-Box sono stati effettuati dei controlli a seguito di riscaldamento diretto, sempre misurando la temperatura delle superfici con termometro ad infrarossi, Modello HI 99550 della Hanna Instruments.
Al di sotto di 40°C non era rilevabile alcun effetto di ammorbidimento delle superfici. Sia per la resina mastice che per la Regalrez 1094 la superficie iniziava a presentare una leggera appiccicosità attorno ai 41°C, e superati i 44°C entrambe le resine erano sufficientemente ammorbidite da ritenere le impronte dei polpastrelli. Analogo comportamento lo si riscontrava sulle aree con vernice mastice e Regalrez sovrapposte.

Conclusioni

Le prove di irraggiamento diretto indicano che su film di vernice perfettamente asciutti il solo effetto della temperatura (entro i ragionevoli limiti imposti per la conservazione dei dipinti su tela e tavola), non è sufficiente a provocare ammorbidimento delle vernici, né mastice né alifatica.
Per quanto riguarda le prove condotte in Clima-Box si osserva il massimo effetto di ammorbidimento della vernice nelle zone (M2 e C2) con la doppia stesura di mastice in essenza di trementina e resina alifatica, come osservato nella prima prova e sottolineato nella seconda.
L'altra zona che presenta un netto ammorbidimento è nelle zone (M1 e C1) con la stesura di mastice in essenza di trementina, anche questo fenomeno osservabile in entrambe le prove.
Questi due fenomeni ci portano a concludere che **l'ammorbidimento è regolato innanzi tutto dal tipo di solvente e dal suo livello di ritenzione**. E' quindi l'essenza di trementina, fortemente ritenuta dallo strato pittorico e dalla preparazione, ad evaporare parzialmente a seguito del riscaldamento, e ad ammorbidire le vernici (sia la mastice da sola che il doppio strato mastice/Regalrez). La resina mastice, applicata in *white spirit* D40 e toluene (M3 e C3), rimane sostanzialmente inalterata nella prima prova, e solo il più intenso riscaldamento della seconda prova la porta ad un medio livello di appiccicosità.
Il livello minimo di appiccicosità lo si osserva per le aree trattate con sola Regalrez (M5 e C5), aree che nella

seconda prova sono state verniciate con due ulteriori mani di vernice.
L'appiccicosità elevata presentata dalla zona verniciata con Regalrez mista a nerofumo può essere dovuta a due fattori, forse concomitanti:

- il maggior assorbimento di radiazioni dovuto alla superficie nera
- una quantità ancora rilevante di *white spirit* assorbito, dovuto ai 6 passaggi e al tempo breve di asciugatura.

Possiamo quindi affermare che **i rischi di rammollimento nelle doppie verniciature sono dovuti al concomitante effetto di innalzamento anomalo di temperatura e presenza di solvente residuo**.
Queste prove ci permettono quindi una riflessione anche sui tempi necessari alla corretta asciugatura tra le fasi di un restauro, e sulla necessaria conoscenza dei materiali adoperati soprattutto quando le nostre scelte si orientano verso sostanze di più facile reversibilità come le resine alifatiche.
Tutto questo potrà evitare problemi agli strati più superficiali del dipinto e delle vernici, fermo restando la necessità del controllo di alcuni fattori quali:

- le condizioni termoigrometriche, in particolare se le opere vengono mantenute in ambienti chiusi con clima non controllato;
- le condizioni termoigrometriche durante il trasporto, rilevabili con sonde tipo le già citate Hobo;
- la verifica delle proprietà dei materiali utilizzati nel restauro in relazione ai tempi idonei alla loro asciugatura.

BIBLIOGRAFIA

1_ Beccaria C.; "L'Incoronazione di Spine di G.B. Crespi detto Il Cerano" III Congresso Nazionale IGIIC, Palermo (2005), 382-388.
2_ Incontro Tecnico C.T.S., Salone del Restauro 2006, Ferrara
3_ Feller, R.L.; Stolow N.; Jones E.H.; "On picture varnishes and their solvents" (1985)
4_ Feller, R.L.; "Dammar and mastic varnishes – Hardness, brittleness and change in weight upon drying" Studies in Conservation 3 (1958) 162-174.
5_ L. Masschelein-Kleiner, "Les solvants" (1981), IRPA-KIK, Bruxelles
6_ Borgioli L.; Camaiti M.; "Stabilizzazione di polimeri per la verniciatura di dipinti", Convegno "Colore e conservazione", Thiene (2004)

L'INTERVENTO DI RILIEVO E DI RIPRODUZIONE COME STRUMENTO DI CONOSCENZA PER IL PROGETTO DI RESTAURO E NUOVA ESPOSIZIONE DEL FREGIO DEL "TEMPIO A" DI PRINIAS (GRECIA – CRETA)

Salvatore Rizza[*], Giuseppe Venturini[**]

[*]Architetto, Ricercatore CNR-IBAM, Via A. di Sangiuliano 262, 95124, Catania, 095311981, rizzasal@unict.it

[**] Restauratore Conservatore Direttore, Sopr. Beni Arch. Toscana, Via della Pergola 65, 50100, Firenze, 05523575, tizio1@mp4.it

Abstract

Le lastre del c.d. fregio dei cavalieri (fine del VII sec. a.C. circa) furono rinvenute da Luigi Pernier nel corso degli scavi da lui condotti nel sito di Prinias tra il 1906 ed il 1908. Del fregio il Pernier trovò, complessivamente, i frammenti relativi a quattro lastre. L'importanza del ritrovamento è data, oltre che dall'intrinseco valore storico-artistico del bassorilievo, dal fatto che il tempio A di Prinias [1], rappresenta una tappa fondamentale nel processo di formazione dell'architettura templare greca;.in particolare, la decorazione plastica architettonica si integra nell'edificio in età molto antica, cioè prima della nascita degli ordini architettonici, sicchè esso costituisce un osservatorio privilegiato dal quale studiare le origini dell'architettura religiosa in grecia.
Per questa ragione l'edificio, considerato un caposaldo della storia dell'architettura e della scultura antiche, è stato oggetto di particolare attenzione da parte degli studiosi ed ha dato luogo a diverse ipotesi ricostruttive e suscitato un vivace dibattito scientifico, di fatto, ancora aperto. Alla base delle varie ipotesi sull'aspetto originario del tempio infatti sono, da sempre, l'adozione di una copertura piana o a spioventi e, soprattutto, le diverse proposte sulla composizione e collocazione delle lastre del fregio sul fronte dell'edificio, fatto questo che incide significativamente nella elaborazione delle ipotesi ricostruttive.
L'analisi del fregio, attraverso il rilievo di dettaglio, le operazioni di pulitura preventiva e l'esecuzione delle matrici per i calchi (eseguiti nei mesi scorsi), uniti alla ricognizione di tutto il materiale disponibile che documenta i restauri pregressi, hanno portato alla elaborazione di un nuovo progetto di restauro delle lastre del fregio dei cavalieri.
L'occasione per la realizzazione di questo intervento, difficilmente proponibile "a museo aperto", è stata offerta dalla sua chiusura per lavori di consolidamento statico.

Premessa

Il lavoro sul fregio, relativo a questo contributo, è parte di un progetto di studio più ampio sul tempio A, promosso in collaborazione tra la Missione archeologica di Prinias e la direzione del museo archeologico di Iraklion (Creta), nel quale esso si trova esposto dal dopoguerra. (fig.1). Ciò anche alla luce delle nuove indagini condotte sull'edificio, a partire dal 2002 [2], dalla missione congiunta dell'Università di Catania e del C.N.R. Il progetto, prevede lo studio delle sculture e dei frammenti architettonici rinvenuti dal Pernier sulla Patela di Prinias ed il restauro delle lastre del fregio [3] da ricollocare all'interno del museo archeologico di Iraklion, in occasione della sua riapertura al pubblico.

1. Considerazioni generali.



Figura 1

Lo smontaggio del fregio, in vista dei lavori di consolidamento statico del museo, costituisce un momento importante per l'analisi tecnica delle lastre che lo compongono. Allo stato attuale, infatti, non è dato sapere [4] quale sia l'aspetto della faccia posteriore delle lastre nè se esistano incavi o fori, e di che tipo, che aiutino a comprendere il loro originario sistema di fissaggio all'edificio templare. Questo aspetto del problema è tutt'altro che secondario ed anzi, a nostro parere, dovrebbe avere un ruolo ben preciso nella elaborazione di qualsiasi ipotesi ricostruttiva. Per quanto attiene alla collocazione delle lastre del fregio invece, le varie ipotesi di riconfigurazione del fronte principale dell'edificio si basano su considerazioni talvolta di carattere pratico o

discendenti da confronti, tal'altra di carattere stilistico o "scenografico" ma in nessun caso, per quanto ci risulta, di carattere tecnico.

Sostanzialmente sono state avanzate tre ipotesi ricostruttive:

1) Quella proposta nel 1914 dallo stesso scavatore [5] il quale giustifica la collocazione del fregio nella parte superiore della fronte principale dell'edificio sulla base di due considerazioni. Da un lato la presenza di una rozza e larga fondazione che, secondo lo studioso, suggerisce l'esistenza di tre pilastri e di un muro di facciata di spessore consistente adatti a sostenere il peso, senz'altro considerevole, dell'architrave e delle lastre del fregio. Dall'altro, il confronto con due modellini di edificio in terracotta rinvenuti a Lemnos.
2) L'ipotesi avanzata dallo Stucchi [6] secondo il quale la collocazione del fregio in alto sarebbe avvalorata dal tipo di rappresentazione utilizzata per i cavalli. Il disegno delle zampe, molto allungato, sarebbe cioè il risultato di una "correzione ottica" per evitare, nella vista dal basso, un fenomeno di schiacciamento della figura dell'animale. Per spiegare invece la larghezza della fondazione del muro di facciata lo Stucchi pensa alla presenza di un gradino.
3) Infine quella del Beyer [7] che, rompendo decisamente rispetto alle proposte del Pernier e dello Stucchi, colloca il fregio alla base del muro nord dell'edificio ed ipotizza un sistema di copertura a tre spioventi. Fondamentalmente sulla stessa linea, ma con alcune varianti riguardo alla posizione ed allo sviluppo del fregio dei cavalieri, si muove l'ipotesi avanzata da M. D'Acunto [8] nel 1995.

2. Stato di fatto. Osservazioni.

L'operazione di smontaggio del fregio, data la sua attuale collocazione, risulta complessa ed è motivo di "apprensione" per l'incolumità delle lastre che mostrano di essere integrate in più punti e con i giunti, fra un frammento e l'altro, non sempre chiaramente riconoscibili. Proprio per questa ragione, considerando ormai "storicizzata" la ricomposizione del fregio realizzata nel dopoguerra, è sembrato opportuno procedere al rilievo dello stato di fatto (proposto come schema-guida anche nella fase di



Figura 2

distacco delle lastre dalla parete) ed alla realizzazione di matrici che consentano di riproporre, in futuro, attraverso copie fedeli, la situazione pre-smontaggio.

La restituzione grafica del fregio è stata ottenuta attraverso il rilievo fotografico ancorato a precisi riferimenti metrici, il raddrizzamento delle immagini tramite software di fotogrammetria terrestre (ImaGOLD 3.0) e la successiva digitalizzazione in AutoCAD (fig.2).

Il rilievo, integrato da un primo esame macroscopico delle superfici e dall'analisi del materiale fotografico realizzato dallo stesso Pernier subito dopo lo scavo, ha consentito di fare una serie di osservazioni sullo stato di conservazione delle lastre originali e sulle tecniche utilizzate dai restauratori dell'epoca per il montaggio del fregio, così come oggi si presenta.

Le lastre risultano murate in modo da lasciare parte dello spessore (fig.3) a vista, mentre nulla può dirsi sul sistema utilizzato per il loro ancoraggio alla parete di fondo. Sulle lastre originali si sono riscontrate integrazioni che possono essere distinte in:

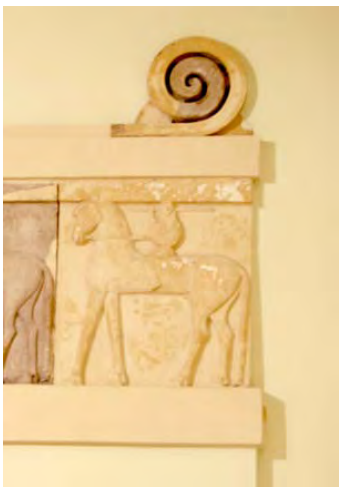


Figura 3

1) Integrazioni superficiali

Si tratta di integrazioni in gesso (indicate in rosso) che interessano porzioni delle figure in rilievo. L'integrazione è fatta con cura, ricostituendo la corretta curvatura, e seguendo un criterio ormai datato per l'intervento. Non esiste traccia infatti nè di solchi, né di un seppur minimo sottosquadro anzi, al contrario,

l'intenzione di "uniformare" superfici originali e di restauro è denunciata chiaramente dall'uso della gommalacca.

2) **Integrazioni profonde**
Eseguite anch'esse in gesso, riguardano zone piuttosto estese (indicate in grigio), del tutto mancanti nei frammenti originali. Esse si individuano nella prima e nella sesta lastra (da sinistra) dove l'integrazione ha riguardato contestualmente sia il fondo che alcune parti del cavallo. Per quanto riguarda la porzione sinistra della seconda lastra, la terza, la quarta e la settima, si può invece parlare di copie integrali. Dato che, come è naturale, tra le lastre originali esistono piccole ma a volte significative differenze nelle figure a rilievo (mani diverse?), è stato possibile individuare nella quinta lastra quella che ha servito da "matrice" per la realizzazione delle "lastre-copia".

Altri interventi hanno riguardato:

1) **La sarcitura delle fratturazioni delle lastre**
E' stata realizzata anch'essa in modo da nascondere l'intervento, senza alcuna sottolineatura ed ha interessato la seconda e sesta lastra da sinistra (aree indicate in verde). Il problema da risolvere riguardava l'accostamento di due lembi la cui sezione era irregolare, o comunque non ortogonale rispetto alla superficie della lastra. Per evitare di lasciare a vista ogni discontinuità, o di mostrare i lembi della frattura, è stata realizzata una sorta di stuccatura della superficie che li copre entrambi e sfuma al di qua e al di là dell'area di frattura.

2) **La cromia**
Sulla superficie "appianata" delle lastre originali è stata poi stesa una coloritura che determina uno stacco netto rispetto alle "lastre-copia", ma rende quasi indistinguibili, all'interno della medesima lastra, le differenze tra originale ed integrazione.

3. La realizzazione delle matrici e qualche proposta per il nuovo restauro.

L'esigenza di realizzare le matrici del fregio nasceva per un verso, come già accennato, dalla volontà di conservare la "memoria di quella immagine" che, dal dopoguerra ad oggi, è stata proposta al pubblico come la più probabile tra le ipotesi ricostruttive avanzate per il fregio dei cavalieri, per l'altro dalla consapevolezza che, in vista dell'imminente smontaggio del fregio, l'intervento fosse, di fatto, irripetibile. Il criterio di riproduzione per singola lastra adottato nel caso specifico, seppure tecnicamente non indispensabile, dato il peso ridotto dei materiali impiegati, è stato suggerito sia dalla esigenza di riprodurre le lastre originali anche separatamente (ad esempio per l'esposizione di riproduzioni extra-museo) sia dalla possibilità di riproporre più di una ipotesi di "montaggio" dato che, come si dimostrerà più oltre in questo contributo, quella attualmente visibile al Museo di Iraklion, è la più recente ma non l'unica versione del fregio (fig.15) dall'inizio del secolo.



Figura 4

Tra i fattori che hanno condizionato la scelta dei materiali [9] da utilizzare vanno ricordati: la necessità di scongiurare, dato il valore storico-artistico delle lastre, ogni possibile fenomeno di aggressione nei confronti delle superfici; la natura

decisamente porosa del materiale lapideo [10]; la collocazione a muro delle lastre, che obbligava a lavorare in verticale e ad un'altezza da terra di circa m.2.30; la presenza di quelle stuccature, integrazioni e ridipinture, di cui si è detto, che incidono sull'articolazione delle superfici e che quindi impongono, per fedeltà all'originale, l'utilizzo di materiali capaci di garantire un notevole grado di accuratezza nella restituzione della copia. Si è scelto quindi di ricorrere a gomme siliconiche e resine a base acquosa. Questi prodotti infatti, oltre a garantire un notevole dettaglio nella restituzione del rilevato, se adeguatamente additivati, possono essere utilizzati in modo indifferenziato su piani di lavoro orizzontali o verticali.

Il lavoro [11] è stato condotto iniziando da una leggera pulitura e dalla protezione delle superfici originali per mezzo di un "sapone" (Separator) che impedisse ogni tipo di assorbimento da parte della pietra. Su questo è stata stesa una gomma siliconica bicomponente (ZC-825) con indurente (ZCA-T20) e addensante (ZCTX) La gomma, di consistenza liquida (fig.4), è stata stesa a pennello e, ad asciugamento avvenuto, ha assunto l'aspetto di un velo di colore bianco sottile e molto elastico.

Lo strato successivo, vera e propria matrice per i calchi da restituire, è stato realizzato utilizzando un caucciù siliconico bicomponente in pasta con indurimento a freddo (Italsil T130), autodistaccante, elastico e notevolmente resistente allo strappo. Il prodotto, da miscelare con uno specifico indurente (gel di colore giallognolo) fornito a corredo con la base, ha un tempo di lavorabilità tra i 30 e i 60 minuti, variabile in funzione della temperatura ambiente, ed è sformabile in 12 – 24 ore. Sulla percentuale di indurente da miscelare (la casa consiglia il 4%), si è fatta una prova a ribasso miscelando al 2% ottenendo un impasto di colore più acceso (fig.5) e con un tempo di lavorabilità (malleabilità della pasta) più lungo. L'esperimento ha dato buoni risultati anche in relazione alla temperatura ambiente, al momento dell'intervento, di 14 - 15 gradi circa.



Figura 5

Per la realizzazione della struttura di supporto della matrice in caucciù siliconico si sono utilizzate due resine all'acqua di colore bianco che, ad essiccazione avvenuta, vanno a formare un corpo unico:

a) Per lo strato a diretto contatto con il caucciù si è scelta una resina dura, bicomponente, di buona plasticità con un tempo di lavorabilità di circa 15 – 20 minuti ad una temperatura di circa 18 gradi centigradi (fig.6). L'impasto è stato lavorato ed applicato a mano fino all'ottenimento di uno spessore medio di circa due centimetri. Trattandosi di una applicazione in verticale il prodotto è stato additivato con un agente tixotropico che ne aumenta l'aderenza al supporto e che, se da un lato accelera i tempi di indurimento accorciando quelli di lavorabilità, dall'altro consente, all'occorrenza, una applicazione più rapida di più mani sovrapposte. I tempi di sformabilità dichiarati dalla casa produttrice sono di circa 8 ore (a 18 gradi), l'indurimento definitivo avviene dopo 72 ore.

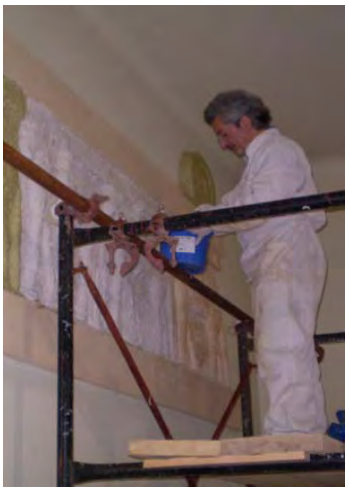


Figura 6

b) Per lo strato più esterno si è adottata una resina all'acqua in pasta con fibra di vetro. Per questo prodotto i tempi di lavorabilità scendono a 10 – 15 minuti circa e lo spessore medio a circa un centimetro (la scheda prodotto recita "non scendere sotto i 6 mm."). Anche in questo caso è stato necessario aggiungere alla miscela un idoneo agente tixotropico. Le verifiche eseguite durante il lavoro indicano come la resina sia già sformabile dopo circa sei ore (quando la miscela si è addensata la superficie appare satinata) (fig.7), anche se l'essiccazione completa

c) avviene solo dopo 48 – 72 ore.

Lo stacco della struttura di supporto delle matrici e la rimozione dello strato di caucciù (fig.8) è stato semplice e rapido. Il vantaggio poi di utilizzare le resine piuttosto che un gesso tradizionale, a parte gli aspetti pratici relativi alla sua miscelazione e posa, si è rivelato evidente in ordine al peso ed alla durezza finale del guscio. Non ultimo, certamente, il risultato in termini di accuratezza (fig.9). Sulla matrice staccata, infatti, sono registrati anche i più piccoli particolari del rilevato e, nella zona inferiore della lastra, si coglie perfettamente la presenza dell'integrazione. Altra prova della ottima capacità di resa del T130 ci è stata data dallo stacco del tratto relativo al motivo decorativo a ferri di cavallo, motivo inciso, e quindi senz'altro più problematico rispetto ai tratti con rilevato. Il lavoro, dopo lo stacco di tutti i gusci e delle relative matrici si è concluso con la ripulitura delle superfici (fig.10) con spugna umida, e la rimuozione di ogni traccia residua del separatore utilizzato.

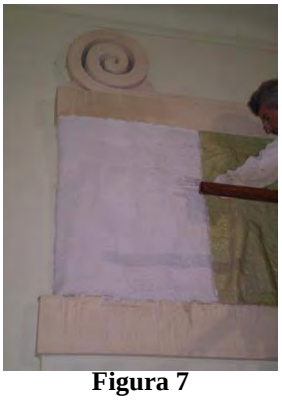


Figura 7

Le stesse resine utilizzate in questa prima fase del lavoro saranno riutilizzate in occasione della esecuzione delle copie. Protagonista, in questo caso, ma questa volta con l'aggiunta dei necessari pigmenti, la prima delle due resine utilizzate, per la sua capacità di modellarsi e restituire con grande precisione e "morbidezza" le superfici riprodotte sulle matrici. La seconda resina all'acqua fungerà da supporto alla copia e permetterà di definirne i margini e lo spessore.

L'analisi visiva delle superfici delle lastre originali, l'indagine petrografica su una scheggia del materiale [10] e la documentazione raccolta sul tipo di trattamento cui le lastre sono state sottoposte nel corso dell'ultimo restauro, consentono di fare qualche ipotesi sulle procedure e sui materiali da utilizzare nel nuovo restauro. L'operazione, oltre che ripristinare l'apetto cromatico originale delle lastre (precedente alla dipintura della superficie) dovrà puntare alla documentazione accurata di tutte le tracce di lavorazione (individuazione delle tecniche) sulla superficie ma anche sul retro delle lastre, dove è probabile, trattandosi di aree non a vista, che si possa osservare la lavorazione allo stato grezzo. Altri aspetti da verificare riguardano l'esistenza o meno di fratture, macchie o rigonfiamenti all'interno dello spessore della pietra (non sappiamo se le lastre sono state fissate con perni metallici) e la presenza di "tagli" o di "rettifiche" nello spessore della pietra sui lembi delle fratture (oggi non visibili). Dopo lo smontaggio del fregio dalla parete, sarà necessario intervenire lastra per lastra analizzandone lo stato di fatto, rimuovendo le integrazioni in gesso e verificando il grado di incidenza dell'umidità esterna sullo stato di conservazione della pietra, data la natura porosa del materiale ed il diffuso utilizzo, per le integrazioni, di gesso di non eccelsa qualità.

Tutto ciò consiglia di intervenire, già nella fase di pulitura, con estrema prudenza utilizzando prodotti ed attrezzature compatibili con lo stato di conservazione delle lastre. Nel caso specifico, prodotti con caratteristiche tensioattive e ph neutro. Idonei potrebbero risultare quelli appartenenti alla categoria



Figura 8



Figura 9

dei sali quaternari di ammonio (tipo New Des, Neo Desogen, etc.) utilizzati in soluzione acquosa o uniti ad altri reagenti o inerti per la preparazione di impacchi o "pappette". Se necessario, prima del trattamento di protezione, si potrà procedere ad un consolidamento della pietra. Da questo punto di vista il materiale (tipo Estel 1100 o simili) dovrà garantire: azione consolidante ed insieme idrofobizzante, permeabilità al vapor d'acqua, assenza di effetto filmogeno e di variazione cromatica del supporto, compatibilità con la natura assorbente della pietra. Per quanto riguarda la protezione, tra i possibili prodotti il Primal AC-33, emulsione acrilica, la cui elevata resistenza all'ingiallimento, trasparenza, resistenza agli agenti chimici ed ai raggi ultravioletti sono stati, negli anni, ampiamente sperimentati.

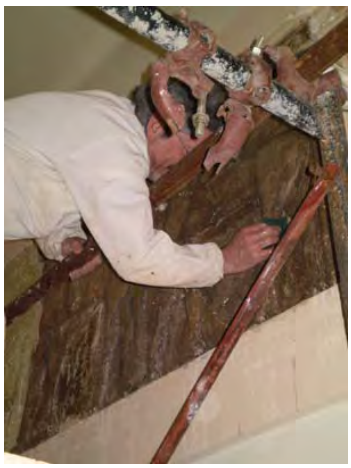


Figura 10

Un cenno infine alle integrazioni per le quali potrebbe utilizzarsi del gesso alabastrino (tipo Sopraduro 64 F). Per l'integrazione, specie in corrispondenza del modellato, dovrà sempre valere il principio della immediata riconoscibilità dell'intervento. La parte integrata dovrà restituire i volumi ma non necessariamente tutti i particolari, ottenuti magari dal confronto con una figura umana od animale, dato che, tral'altro, esaminando il fregio, non esiste una

figura esattamente uguale all'altra. L'integrazione inoltre dovrà essere leggermente sottosquadro e, cromaticamente, leggermente sottotono. In un certo senso una guida per l'occhio di chi guarda che, instintivamente, saprà distinguere l'originale dalla copia.



Figura 11

4. Per una nuova esposizione del fregio di Prinias. Alcune riflessioni.

Il lavoro sul fregio dei cavalieri, come già ricordato all'inizio di questo contributo, è parte di un progetto più ampio sul Tempio A che mira, oltre che al restauro ed alla esecuzione di copie fedeli

delle lastre, allo studio complessivo dell'edificio nel quale è impossibile disgiungere l'analisi della componente decorativa da quella architettonica.

Ma c'è di più; dato che allo stato attuale il fregio è in via di smontaggio, e che, conclusi i lavori di consolidamento statico del museo, ne è prevista la nuova esposizione, ci è data l'occasione di riflettere e fare il punto sui criteri adottati in passato per l'esposizione sia del fregio che degli altri reperti provenienti dallo scavo del Tempio A e, se è il caso, di proporne di nuovi. Tutto ciò, è chiaro, al momento solo in linea di principio, e come nostro contributo ed elemento di stimolo per quello che sarà il nuovo progetto espositivo.

Analizzando la documentazione grafica e fotografica relativa alle ipotesi ricostruttive avanzate dal 1914 ad oggi è evidente come l'interpretazione dei diversi studiosi abbia prodotto, per le componenti sia decorative che architettoniche dell'edificio, "ricomposizioni" differenti. Queste differenze interpretative, del tutto legittime in una ricostruzione "teorica", hanno avuto però, negli anni, un certo riflesso anche sulla esposizione dei reperti in ambito museale. Nulla di strano si dirà, poiché la scelta espositiva può sposare l'una o l'altra ipotesi e di conseguenza offrire una lettura "coscientemente parziale" del monumento. Il fatto è che analizzando la storia espositiva del fregio e di un altro importante elemento della decorazione plastica del Tempio A, il c.d. architrave con le Dee sedute (fig.11), si assiste ad una serie di varianti nelle proposte di ricomposizione che ne rendono impossibile, se viste in parallelo, il riferimento ad una specifica ipotesi interpretativa. Ma andiamo per ordine.

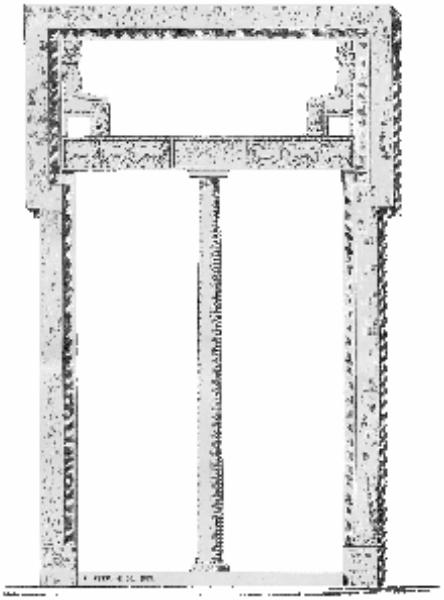


Figura 12

La prima ipotesi, come si è detto, si deve al Pernier autore, tra il 1906 ed il 1908, dello scavo del Tempio A, nel quale rinviene sia il fregio che i frammenti relativi alle Dee sedute ed al succitato architrave. Scrive il Pernier nel 1914 [12]: "*…La ricomposizione del fregio, quale si vede nel Museo di Candia e nella nostra fig.19, è del tutto convenzionale ed arbitraria; nessun indizio sicuro ci dice che tale raggiustamento delle lastre corrisponda all'antico e neppure che il fregio poggiasse sopra il listone a ferri di cavallo graffiti*"…...

La *ricomposizione* della quale parla Pernier è quella realizzata ed esposta nella sede del vecchio museo di Iraklion, tra il 1908 ed il 1914 appunto, che prevedeva il montaggio dei soli frammenti da lui rinvenuti relativi a quattro lastre, due singole e due doppie, una delle quali, mutila sul lato sinistro, veniva solo parzialmente integrata in gesso [13]. Il motivo decorativo a ferri di cavallo veniva collocato al di sotto della seconda lastra da destra con i ferri di cavallo aperti verso l'alto. Riguardo poi all'architrave Pernier (con la collaborazione di E. Stefani) propone una ricostruzione (fig.12) che prevede, su ognuno dei due lati, tre pantere e tre cervi convergenti verso il centro, occupato da uno spazio vuoto e riquadrato in corrispondenza di una colonnina di sostegno sulla mezzeria dell'architrave. Il Pernier, confermerà queste sue conclusioni anche in un successivo articolo del 1934 [14], nel quale risponde alle obbiezioni di G. Karo e C. Weickert [15], in merito alla collocazione del fregio. In questa occasione però pubblica anche una foto [16] scattata all'interno del museo con l'architrave in primo piano e, sullo sfondo, la ricostruzione del fregio. Dall'analisi della foto si evince che il fregio è ricomposto secondo le indicazioni riferite dal Pernier [17] ma che la ricostruzione da lui fatta



Figura 13

per l'architrave è chiaramente disattesa (fig.13). Esso infatti mostra, sul lato ritratto in foto, due serie di quattro pantere convergenti verso il centro; nessuna traccia né dei tre cervi nè di quello spazio vuoto e riquadrato presente nella restituzione dello Stefani. La foto pubblicata dal Pernier, in questo caso, è importante anche perché definisce un arco temporale di riferimento certo per questo primo allestimento; realizzato tra il 1908 ed il 1914, resta inalterato per lo meno fino al 1934. Il secondo allestimento del fregio e dell'architrave, che è quello odierno, sappiamo venne realizzato, nel nuovo museo archeologico di Iraklion dopo la seconda guerra.



Figura 14

Se esaminiamo questo secondo allestimento, ci rendiamo conto di come, a distanza di qualche decennio appena, la situazione è cambiata ancora, e non di poco; anzi, in questo caso, sono sia il fregio che l'architrave ad apparire diversi (figg.1, 14). Il fregio è ora montato in una configurazione che prevede cinque lastre singole e due doppie. La sequenza proposta dal Pernier non è rispettata e, del resto, non ha motivo di esserlo dal momento che la nuova esposizione non si limita a comporre le lastre originali, ma le distribuisce, con ordine diverso (fig.15), alternandole alle "lastre-copia", per coprire la dimensione massima stimata per il fronte esterno del Tempio A, come ipotizzato

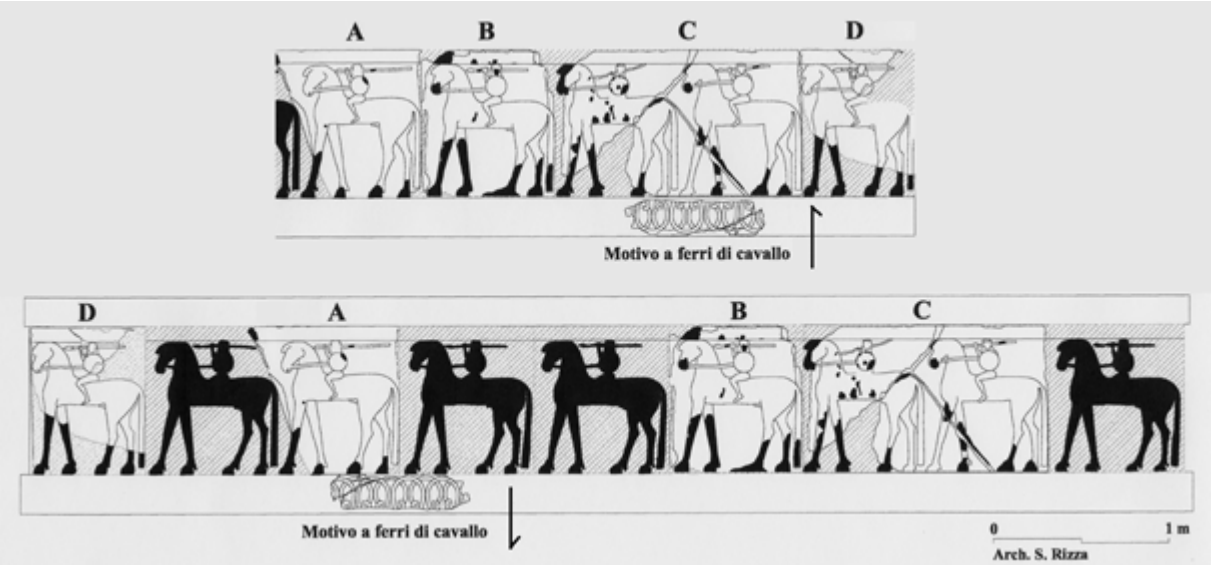


Figura 15

dal Pernier. La distribuzione avviene secondo un ritmo delle lastre che presuppone un criterio di simmetria rispetto all'asse longitudinale del tempio (singola-doppia-singola-singola-singola-doppia-singola) al quale però, rispettando le indicazioni del Pernier [18], non può corrispondere una equivalente simmetria nel verso di marcia dei cavalieri (da sinistra a destra sul lato sinistro e viceversa sul lato destro) come proposto ad esempio dallo Stucchi il quale applica il concetto di simmetria in modo sistematico immaginando un fregio composto da quattro lastre doppie recanti ognuna due cavalieri. Quindi, secondo lo Stucchi, due lastre doppie sul lato sinistro, con verso delle figure da sinistra a destra e, simmetricamente, due lastre doppie sul lato destro con verso da destra a sinistra. Sugli estremi del fronte poi due figure umane stanti. In questo secondo allestimento compaiono inoltre, ai lati del fregio, e sempre in linea con la ricostruzione del Pernier, i due acroteri in forma di volute. Il motivo a ferri di cavallo invece passa dal lato destro (sotto la seconda lastra da destra, secondo la versione Pernier edita nel 1914) al lato sinistro del fregio, tra la seconda e la terza lastra da sinistra, e questa volta con l'apertura dei ferri di cavallo rivolta verso il basso (fig.15). Per quanto concerne l'architrave poi, ritorna il motivo delle pantere su un lato (fig.14) e dei cervi dall'altro, già visto nella prima esposizione, ma i cervi e le pantere sono sei e non otto per lato (tre da sinistra e tre da destra) e ricompare, anche se con dimensioni più ridotte rispetto alla ricostruzione Pernier-Stefani, lo spazio vuoto e riquadrato al centro, stavolta però senza la colonnina reggi-architrave in mezzeria. Rispetto a questa nuova edizione dell'architrave nemmeno il confronto con le ipotesi ricostruttive di Stucchi e Beyer, per quanto pubblicate

negli anni settanta, e quindi presumibilmente successive a questo secondo allestimento, ci aiutano a comprenderne la trasformazione. Infatti lo Stucchi si allinea, di fatto, alla versione del Pernier (tre cervi e tre pantere), il Beyer pensa alla presenza di pantere da un lato e cervi dall'altro, ma le pantere sono sei (tre da sinistra e tre da destra) e non otto e non c'è alcuno spazio vuoto al centro (fig.16).

La varietà delle teorie e la loro traduzione in installazioni museali non sempre corrispondenti spinge a riflettere sull'opportunità di "ricostruire" parti significative della decorazione dell'edificio utilizzando parti originali, integrate da copie, secondo schemi non certi. Meglio e più prudente sarebbe, a nostro avviso, procedere alla realizzazione di calchi fedeli che siano in grado di conservare la memoria delle ipotesi di riconfigurazione proposte in passato, e documentare altresì i restauri pregressi, restaurando secondo criteri attuali ciò che è certamente originale ed esponendolo così com'è, senza aggiunte o interpretazioni di alcun tipo o, nel caso in cui si riveli operazione indispensabile per una loro corretta lettura, anche parziale, utilizzando materiali dichiaratamente artificiali in modo da rendere immediatamente distinguibile l'originale dall'integrazione.

Il ruolo didascalico, certo importantissimo in una esposizione museale, e fino ad oggi garantito da queste ricostruzioni, "parzialmente originali", potrebbe essere affidato, più semplicemente, a pannelli esplicativi opportunamente calibrati ed a modelli tridimensionali in scala ridotta.

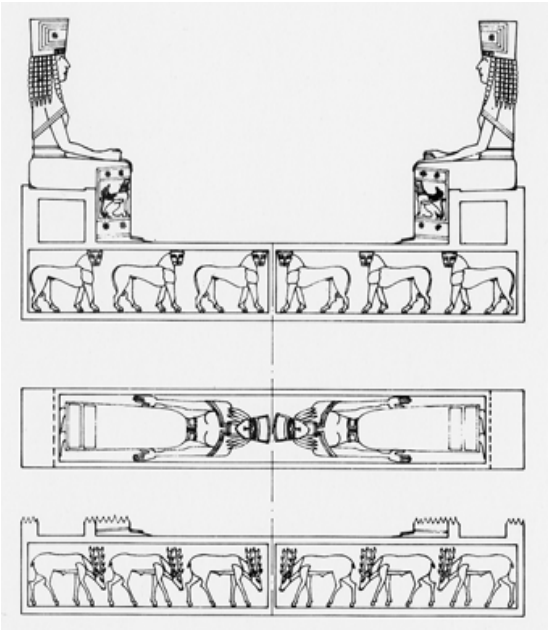


Figura 16

SAN GIROLAMO TRA I SANTI PIETRO E PAOLO, UNA GRANDE PALA DI ALBERTO PIAZZA DA LODI

Isabella Villfranca Soissons[*], Gianluca Poldi[**], Simone Caglio[**], Domenico Sedini[***]

[*]Direttore Tecnico Laboratori di restauro, Open Care Servizi per l'arte, Via Piranesi, 10, 20137 Milano, 02-7398267, isabella.villafranca@opencare.it
[**] Dipartimento di Analisi Scientifiche, Open Care Servizi per l'arte, Via Piranesi, 10, 20137 Milano, 02-7398214, dipartimento.scientifico@opencare.it
[***] Direttore Dipartimento di Art Consulting, Open Care Servizi per l'arte, Via Piranesi, 10, 20137 Milano, 02-7398, domenico.sedini@opencare.it

Abstract

La tavola dipinta da Alberto Piazza negli anni successivi al 1526, ha in passato subito diversi interventi di restauro, durante i quali erano stati eseguiti numerosi ritocchi pittorici e applicate più stesure di vernice. I problemi conservativi causati dalla fittissima parchettatura applicata sul retro del supporto originale hanno richiesto un nuovo restauro, a distanza di pochi anni dai precedenti, consistente in prima battuta nella rimozione della parchettatura, sostituita con una più snella e appropriata. In secondo luogo, si è valutato opportuno asportare la vernice dell'ultimo intervento di restauro eccessivamente spessa e cerosa, pur mantenendo quella sottostante, unitamente ai ritocchi pittorici meno recenti rimasti inalterati, in accordo con le ultime metodologie di intervento per la detersione dei dipinti.
Per l'occasione, l'opera è stata sottoposta a una accurata campagna di analisi non invasive tra loro complementari, di cui si dà sinteticamente conto insieme all'intervento di restauro.

Introduzione. Nota storico-artistica

Il dipinto in esame (figura 1), raffigurante *San Gerolamo con i santi Pietro e Paolo* (tavola, 165,5x160 cm), fu eseguito intorno al 1515 da Alberto Piazza da Lodi, capostipite, insieme al fratello Martino, di una tradizione artistica familiare operante lungo tre generazioni.
Alberto nacque nel 1490 circa, nel territorio della Bassa lodigiana tra Turano e Bertonico, e morì a Lodi nel 1529. La prima fase della sua attività è caratterizzata da un certo arcaismo di natura foppesca e di area ligure-pavese (Donato de Bardi), per transitare poi a risultati più vicini a Leonardo, probabilmente mediato da modelli zenaliani: il dipinto in esame dovrebbe collocarsi proprio in questa fase.
Dall'ultima parte del secondo decennio del Cinquecento Alberto mostra un interesse sempre maggiore per la pittura emiliana e del Centro Italia, probabilmente suggestionato dalla visione della *Madonna Sistina* di Raffaello, che pervenne a Piacenza nel 1518. Questa cifra stilistica contraddistingue l'opera di Alberto negli ultimi anni della sua attività.
L'opera raffigura San Gerolamo, riconoscibile dagli attributi simbolici a lui comunemente riferiti (il leone, il cappello cardinalizio, il libro, il teschio), accompagnato ai lati da San Pietro (le chiavi ed il testo sacro) e San Paolo (la spada del martirio ed il libro delle Lettere).
La figura di San Gerolamo, al centro, appare più grande rispetto alle altre, benché sia rappresentata seduta sopra un masso. È quindi evidente che al Padre della Chiesa fosse dedicato l'altare sopra il quale l'opera era collocata, in una ubicazione che per ora resta sconosciuta.
L'ancona è costituita da tre tavole unite insieme: l'antica e tradizionale forma del trittico, con i tre pannelli separati dall'incorniciatura, viene qui superata attraverso una costruzione prospettica in cui l'antro entro il quale i santi sono collocati crea, mediante pilastri di roccia – una sorta di struttura stalagmitica, la separazione della pala in tre parti. Occorre notare come in principio la tavola centrale (165,5x71,8 cm) fosse più alta rispetto ai pannelli laterali (114x44 cm circa, ciscuno) e che solo in occasione di un intervento successivo venne aggiunta la parte superiore alle tavole laterali, decorata con girali su fondo dorato, così da pareggiare le altezze, rendendole omogenee. Originariamente la pala era accompagnata da una predella, composta da tre riquadri, dipinti con episodi che facevano riferimento alla vita del santo la cui effigie era collocata sopra ciascuno di essi. I tre pannelli sono dispersi in diverse collezioni: il più grande raffigura *L'ultima comunione di San Gerolamo* (Milano, Collezione Privata), e ai lati erano posti *La Crocifissione di San Pietro* (Milano, Pinacoteca di Brera) e *La Decollazione di San Paolo* (Collezione Privata).

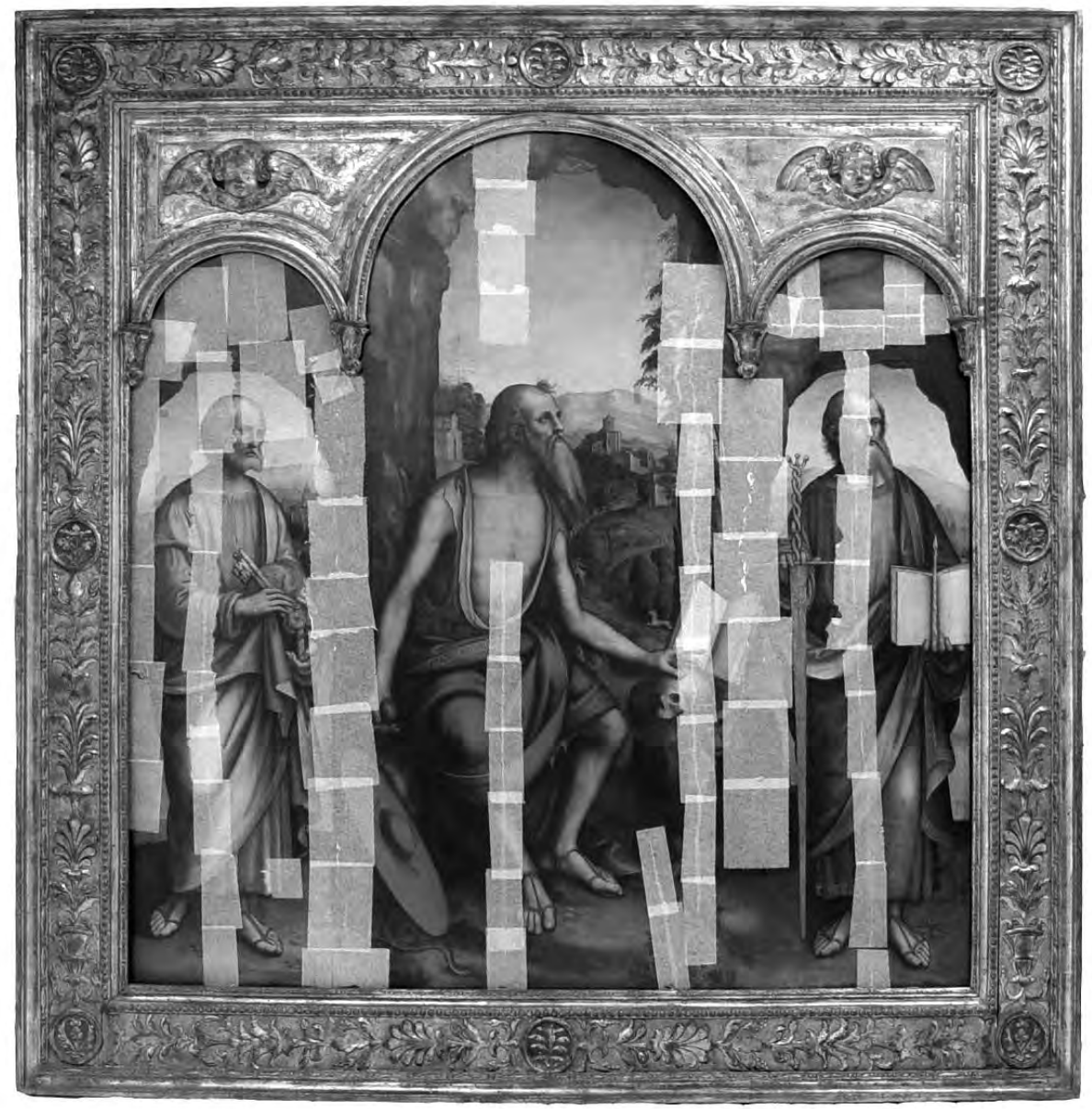


Figura 1. Immagine della pala con la sua cornice
opportunamente velinata prima del trasporto presso i laboratori di restauro.

Dal punto di vista critico, in anni piuttosto recenti (1979) fu Federico Zeri ad occuparsi del dipinto [Zeri 1979], individuando le varie componenti della predella ed accostandole al corpo principale. Il riferimento ad Alberto Piazza si deve però a G.C. Sciolla, che pubblicò l’opera nel 1981, dopo il suo passaggio all’attuale proprietà. La pala fu poi esposta nell’ambito della mostra che si tenne a Lodi nel 1989 *I Piazza da Lodi, una tradizione di pittori nel Cinquecento*: gli studi compiuti in questa occasione contribuirono a fare ordine nella biografia e nel catalogo delle opere attribuibili ai diversi componenti della famiglia, Martino, Alberto ed ai figli di Martino Cesare, Callisto e Scipione [*“I Piazza da Lodi”* 1989, con bibliografia relativa]. La scheda in catalogo, confermando l’attribuzione ad Alberto, riconosce le strette attinenze con la pittura milanese del periodo, evidenziando in particolare i riferimenti a Leonardo e a Zenale, uniti a qualche reminiscenza foppesca. La realizzazione dell’opera andrebbe collocata negli anni centrali del secondo decennio del Cinquecento: a questo proposito sono utili i confronti con alcuni dipinti di Marco d’Oggiono, che rivelano una forte correlazione con la tavola in esame, già rilevata qualche tempo fa da chi scrive [Sedini 1989]. In particolare la definizione delle figure e l’espressione dei volti richiamano da vicino i modi del pittore milanese, con cui in quegli anni sia Alberto che Martino Piazza dovevano intrattenere dei rapporti.



Figura 2. Sollevamenti della preparazione in corrispondenza della congiunzione tra la tavola di sinistra e quella centrale.



Figura 3. Particolare della velinatura in corrispondenza di distacchi della preparazione in corrispondenza della congiunzione tra la tavola centrale e quella di destra.

Stato di conservazione precedente al restauro

Il dipinto necessitava di un urgente intervento di restauro a causa di una serie di estesi e inquietanti sollevamenti della preparazione (figure 2 e 3), alcuni dei quali si erano già tradotti in distacchi con conseguente perdita di pellicola pittorica. La pala è stata opportunamente velinata prima di procedere al trasporto in laboratorio (figura 1). Il luogo di conservazione, la sala riunioni di una grande banca, ha contribuito all'ammaloramento della tavola, a causa di continui ed accentuati sbalzi termoigrometrici provocati dalla ripetuta apertura di finestre, dal riscaldamento eccessivo, dal discontinuo afflusso di persone e quindi di umidità, cui il legno del supporto si adeguava con continui micro-movimenti.
I danni sono apparsi immediatamente imputabili ad una fitta e rigida parchettatura (figura 4), generalmente definita alla fiorentina che, impedendo alla tavola di incurvarsi, ha prodotto una serie di tensioni trasmesse sul recto, tali da pregiudicare la stabilità degli strati preparatori e della pellicola pittorica. Il sistema rigido, applicato sul verso dell'opera, mostrava di aver già subito una trasformazione in un precedente intervento di restauro, mediante la sostituzione delle traverse lignee orizzontali con listelli di alluminio, considerati più flessibili. Contemporaneamente, le tavole erano state notevolmente assottigliate, fino a spessori medi di 12 millimetri, estremamente esigui per una pala di queste dimensioni.
Sul recto, numerosi i sollevamenti e i distacchi in corrispondenza di fessurazioni dai margini ormai assai distanti, caratterizzati da deformazioni e sconnessure di entità media. Estese stuccature, spesso debordanti sul colore originale e realizzate sopra livello, denunciano un precedente intervento realizzato per mascherare le sconnessure delle tavole. La pellicola pittorica si presenta stesa in modo eterogeneo: a campiture corpose, come nei manti dei Santi, si alternano aree di colore apposto per velature sottili e trasparenti, come nei paesaggi dello sfondo, mentre le sagome delle figure presentano una decisa linea bruna di contorno, talora in rilievo.
Durante un precedente restauro la vernice originale era stata purtroppo rimossa, come evincibile dalla presenza, in alto, di due tasselli lasciati a testimonianza dell'intervento; in quel frangente erano anche state prodotte una serie di svelature sulle zone scure, causate da una pulitura alquanto drastica, forse non la prima e probabilmente la medesima che ha prodotto un consistente assottigliamento delle campiture del cielo.
La stesura finale era stata effettuata applicando sulla superficie una vernice *matt* opacizzante, ormai notevolmente scurita dai normali processi ossidativi delle resine.
Come spesso accade, i problemi conservativi manifestati dal dipinto provenivano, o erano stati notevolemte aggravati, dai precedenti restauri; era quindi importante conoscere non solo la materia originale, ma anche i materiali ad essa applicati.

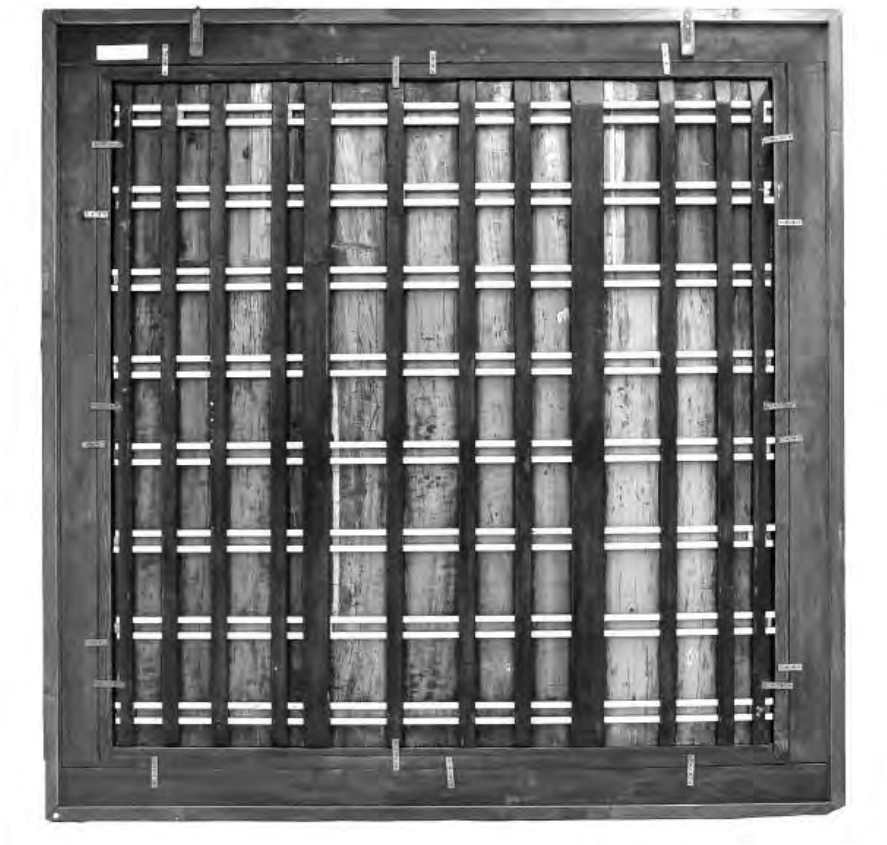


Figura 4. Verso della tavola: in evidenza
la fitta e rigida parchettatura in abete con traverse in alluminio.

Campagna di analisi eseguita

Una accurata campagna di analisi non invasive tra loro complementari è stata condotta durante le operazioni di restauro: ad analisi per immagine come radiografia (a parchettatura rimossa), riflettografia in infrarosso in due bande di lunghezza d’onda (0,85-1 micron e 1-1,7 micron) e fluorescenza UV, sono state affiancate misure spettroscopiche per il riconoscimento dei pigmenti, quali XRF in dispersione di energia (ED-XRF) e riflettanza nel visibile (vis-RS) su oltre 50 punti [Poldi e Villa 2006]. Con queste ultime, è stato possibile limitare al minimo il numero dei prelievi studiati in sezione. Le operazioni di pulitura sono state accompagnate passo passo da misure spettroscopiche di colorimetria (20 punti), così da rendere possibile una analisi consapevole dell’intervento e un studio quantitativo delle future variazioni cromatiche.
Gli esami riflettografici hanno consentito di documentare con grande evidenza l’esistenza e la distribuzione delle lacune, di varia entità, integrate con pigmenti differenti da quelli originali (figura 5), oltre a palesare gli stati di maggiore consunzione. All’analisi infrarossa, un disegno sottostante di contorno caratterizza le figure, eseguito con medium secco, e sufficientemente spezzato da far ipotizzare un riporto in carta carbone, o, meno probabilmente, l’uso di un carboncino molto affilato (figura 6). Non si esclude l’impiego di patroni per i volti dei santi laterali, dalle fisionomie quasi sovrapponibili, una delle quali appare solo poco più scorciata.



Figura 5. Particolare in infrarosso della veste di san Pietro: in evidenza le lacune, integrate con pigmenti differenti dagli originali.

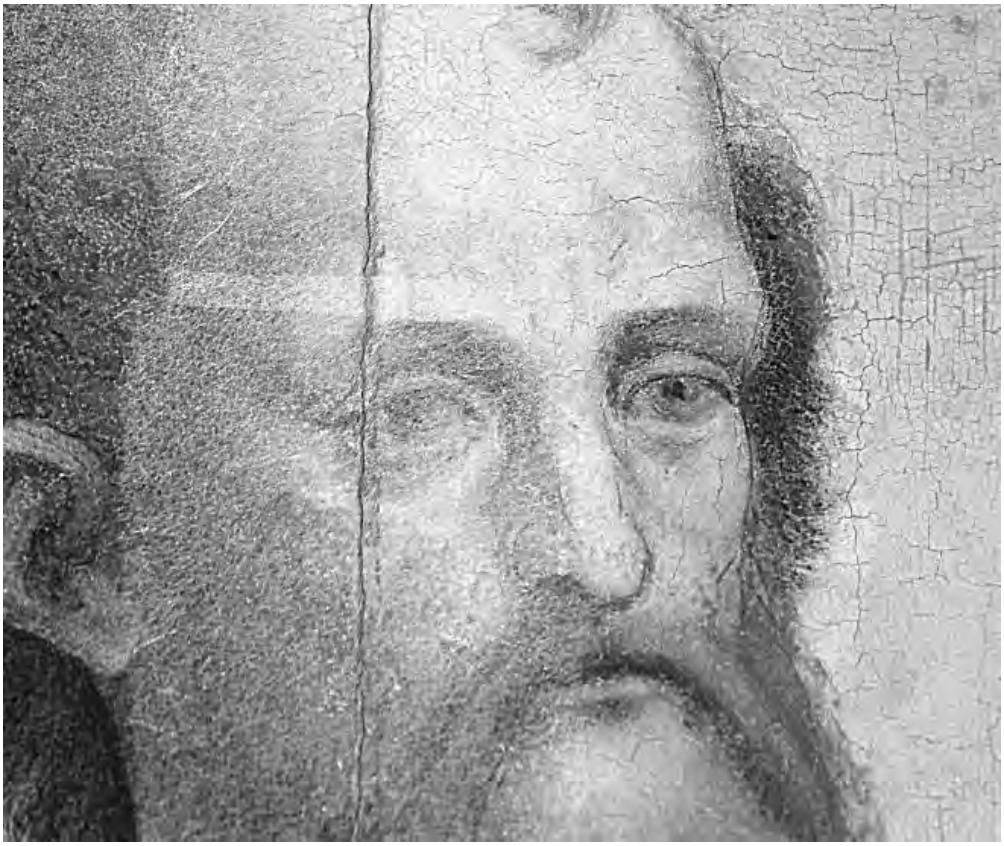


Figura 6. Particolare in infrarosso del volto di san Paolo: in evidenza il tratto disegnativi sottostante la pellicola pittorica





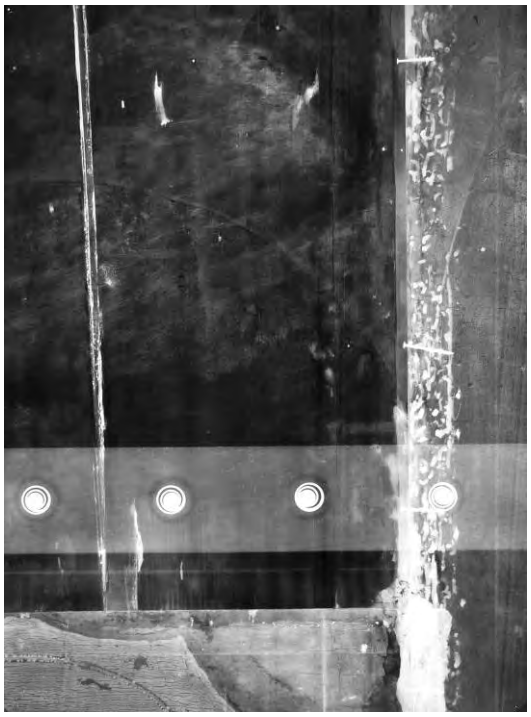
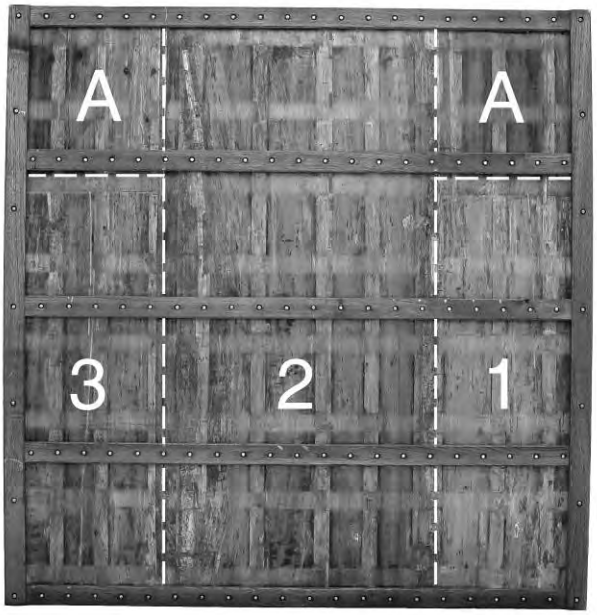


Figura 7. In alto sa sinistra: particolare radiografico della tavola raffigurante san Pietro.
Figura 8. Qui a sinistra: particolare radiografico della tavola raffigurante san Paolo.
Figura 9. In alto a destra: particolare radiografico delle giunture delle tavola di sinistra

Relativamente ai materiali pittorici, calcio e stronzio (attribuibile alla celestina) indicano generalmente una preparazione a gesso, con impurezze di ferro. Gli azzurri sono costituiti da lapislazzuli nello strato superficiale (come indicano le analisi vis-RS) e, nello strato sottostante, da una base contenente blu di smalto (si leggono infatti Co e K in XRF), in specie nella veste di san Pietro. I verdi sono di tipo rameico, mescolati talora con giallo di piombo-stagno. Di quest'ultimo è costituito il manto di san Pietro, scurito con ocre o terre nelle ombre e mezze ombre. A base di terre, prive di manganese, sono i bruni delle rocce. A base di biacca con parti di ocre o terre risultano gli incarnati, anche nelle zone rosate, nelle quali il cinabro viene evidentemente sostituito con ocre rosse.
Il supporto, come chiarito dopo la rimozione della fitta parchettatura, si compone di quattro assi in legno di pioppo, poste in senso verticale, con la faccia interna verso gli strati preparatori e unite a spigoli vivi, di cui due per la tavola col san Girolamo – adese con caseinato, come solitamente avveniva in quel periodo storico. Sul retro si legge una chiara impostazione a trittico, come confermato dalle analisi radiografiche: le tavole con i santi Pietro e Paolo presentano (figure 7 e 8) un bordo perimetrale di circa 1 cm privo di preparazione, anche verso la tavola centrale. Quest'ultima tavola risulta accoppiata alle laterali mediante l'aggiunta di listelli verticali di specie legnosa diversa dalla precedente, e caratterizzata da una disomogenea tessitura, in cui si riconoscono una fascia di alburno, maggiormente erosa dai tarli (e ampiamente stuccata durante passati restauri, come si rileva dall'alta radiopacità), e una di durame, più integra. Nella fascia di sinistra si nota in RX una serie di chiodi di fattura recente (figure 7 e 9), inseriti evidentemente dopo la separazione delle tavole durante un vecchio restauro.



Figura 10. A sinistra: una fase della rimozione della parchettatura.
Figura 11. Verso della tavola con la nuova struttura di sostegno. Vengono indicate con A le parti aggiunte per rendere pressoché quadrata la ala; con 1, 2 e 3 le sezioni relative ai santi Pietro, Girolamo e Paolo.
Figura 12. Dettaglio del supporto ligneo ammalorato.
Figura 13. In basso a sinistra: uno dei perni metallici a cui è fissata la nuova struttura mobile di sostegno tramite molle a spirale conica.
Figura 14. In basso a destra: dettaglio in luce ultravioletta in cui si evidenziano i due strati di vernice e i relativi ritocchi.









L'intervento di restauro

Per ridonare all'opera una stabilità fisica adeguata, si è resa necessaria la rimozione della parchettatura, avvenuta in modo calibrato, dapprima sfilando alternatamente le traverse metalliche e in seguito eliminando i listelli lignei incollati (figura 10). L'operazione ha messo in luce lo stato di conservazione delle tavole, assai compromesso da un ingente ed eterogeneo attacco xilofago, nonché da invasivi interventi di restauro.
Liberata dalla rigida sovrastruttura che la rendeva addirittura convessa, la tavola ha riacquistato la sua naturale curvatura, con una variazione compresa tra 0,48 e 1,25 cm.
Come detto, la forma dell'opera è stata mutata nel corso degli anni rendendone l'impianto pressoché quadrato (aree indicate con A in figura 11). Al momento non si hanno chiare indicazioni del sistema di traversatura originale a causa della riduzione di oltre il cinquanta percento dello spessore del supporto e di altre manomissioni avvenute per l'applicazione della parchettatura.
Relativamente alle caratteristiche del legno originale:

- prima tavola da sinistra vista da retro (tavola 3 in figura 11): taglio sub tangenziale, venature decisamente curvilinee e disomogenee tra loro;
- seconda tavola (tavola 2 in figura 11): taglio intermedio, al centro sub tangenziale, venatura curvilinea;
- terza tavola (tavola 2 in figura 11): taglio intermedio, al centro andamento per sub tangenziale, venatura del legno curvilinea;
- quarta tavola (tavola 1 in figura 11): taglio relativamente radiale, venatura abbastanza diritta.

Dall'alterazione cromatica lasciata dalla parchettatura, realizzata in abete e mordenzata color mogano, si è potuto stabilire che la sovrastruttura potesse risalire all'inizio del XX secolo, mentre le traverse ad U in alluminio erano riconducibili a un intervento realizzato negli anni Ottanta-Novanta (probabilmente in occasione della citata mostra lodigiana).
Oltre alla rimozione delle traverse originali, durante precedenti interventi di restauro erano state realizzate numerose tassellature di dimensioni variabili e molteplici stuccature con materiali diversi, dalla cera all'araldite, alla colla forte, sola o addittivata con segatura di legno.
Il lavoro di risanamento del supporto ligneo ha previsto il riappianamento delle sconnessure, in modo da ritrovare gli originali livelli tra i margini delle fessurazioni, e al fine di riempire le innumerevoli rotture con l'inserimento di cunei a sezione triangolare, della medesima specie legnosa e con orientamento delle fibre equiverso a quelle originali, in modo da non causare ulteriori trazioni. I cunei sono stati fissati con Araldite Epo 127, resina epossidica bicomponente specifica per il restauro del legno.
Si è inoltre provveduto al consolidamento dell'intera superficie lignea, notevolmente compromessa (figura 12), mediante applicazione a pennello di resina di sintesi (Paraloid B72) a basse concentrazioni.
Infine, per restituire la solidità strutturale, è stata applicata sul retro una struttura mobile di sostegno perimetrale dotata di tre traverse centrali, fissata con molle a spirale conica su perni metallici (figura 13) che permettono i movimenti del legno nelle tre dimensioni. Il telaio è stato realizzato in legno di rovere, assecondando la curvatura assunta dalla tavola.

Prima di procedere alla pulitura, sono stati eseguiti i consolidamenti, molti dei quali condotti lavorando a microscopio, a causa delle loro dimensioni estremamente limitate e delle zone vitali da affrancare. I sollevamenti più macroscopici, in corrispondenza delle stuccature a gesso e colla delle sconnessure, sono stati realizzati con microiniezioni di resina acrilica in dispersione acquosa. I sollevamenti della pellicola pittorica originale, invece, sono invece stati fermati facendo colare nelle fessure colletta di coniglio in dispersione acquosa a diverse concentrazioni.
Attraverso prove di solubilità dei materiali è stato messo a punto il sistema di pulitura eseguendo diversi tasselli di piccole dimensioni, così operando è stato possibile risalire alla sequenza delle diverse applicazioni di vernice, dove quella più superficiale apparteneva un recente intervento di restauro.
Seguendo un approccio minimamante invasivo, abbiamo deciso di rimuovere la vernice finale, di tipo *matt*, con una componente cerosa, applicata una ventina di anni or sono, e di mantenere la vernice riconducibile all'intervento precedente, così come una buona parte dei ritocchi pittorici correttamente eseguiti e non cromaticamente alterati. Asportare totalmente le vernici avrebbe significato un'altra rimozione che sarebbe giunta al livello della pellicola pittorica – già abbondantemente compromessa – nell'arco di pochi anni.
I tasselli di pulitura sono stati a lungo in osservazione affinché non si riscontrassero fenomeni di alterazioni sullo strato della vernice sottostante.
In seguito a diverse prove è stata scelta un'emulsione grassa neutra di White-spirit, acqua, tensioattivo (Tween) e chelante (TEA), successivamente rimossa a secco e poi lavata con due diverse soluzioni di lavaggio.

Il risultato ottenuto è particolarmente soddisfacente, soprattutto in relazione alla delicatezza dei materiali usati. Da continui controlli effettuati con sorgente UV sui tamponcini e sulla superficie, è giunta la conferma che lo strato di vernice sottostante rimaneva integro (figura 14), riuscendo a ottenere il recupero dei corretti rapporti cromatici. La reintegrazione pittorica è stata effettuata con velature successive di acquarello, sia sulle stuccature sia sulle parti eccessivamente svelate, per ridonare loro uniformità.

In ultimo, per uniformare gli strati e proteggere la superficie dell’opera è stata applicata una vernice di sintesi additivata con un inibitore di ossidazione (Tinuvin 292), a rallentare l’ingiallimento della resina provocato dalle radiazioni luminose.
Al fine di limitare gli scambi termoigrometrici tra il dipinto e l’ambiente circostante in cui è conservato, dove restano non controllati i valori di umidità relativa, si applica direttamente al verso del dipinto una pannellatura composta da una serie di regoli posti a contatto fra loro. Il legno impiegato è il rovere, materia difficilmente attaccabile da insetti xilofagi, trattato con paraffina.

RINGRAZIAMENTI

Michele Castelnuovo, per i rilievi e i grafici, Chiara Fiegl e Paola Pirovano per i restauri, Klaus Von Schloss. Elisa Citterio per la collaborazione nell’esecuzione delle analisi.

BIBLIOGRAFIA

“I Piazza da Lodi. Una tradizione di pittori nel Cinquecento”, catalogo della mostra cura di Sciolla Giovanni Carlo (Lodi, Museo civico, 7 ottobre-17 dicembre 1989), Electa, Milano 1989, pagine. 121-123.
Cremonesi Paolo, *“L’uso di tensioattivi e chelanti nella pulitura di opere policrome”*, Il Prato, Padova 2001.
Poldi Gianluca, Villa Giovanni Carlo Federico, *“Dalla conservazione alla storia dell’arte. Riflettografia infrarossa e analisi non invasive sui dipinti”*, Edizioni della Normale, Pisa 2006.
Sedini Domenico, *“Marco d’Oggiono”*, Jandi Sapi, Milano-Roma 1989.
Wolbers Richard C., *“Cleaning Painted surfaces. Acqueous methods”*, Archetype Publications, London 2000.
Zeri Federico, *“Una scheda per Albertino e Martino Piazza”*, in *“Antologia di belle arti”*, 9-12, 1979, ora in *“Giorno per giorno nella pittura. Scritti sull’arte dell’Italia settentrionale dal Trecento al primo Cinquecento”*, Allemandi, Torino, 1988.

IL MARTIRE GENNARO E L'IMPERATRICE ELENA
LE STATUE RESTAURATE DELLA FACCIATA DELLA BASILICA DI SANTA CROCE

Maria Paola Campeglia

Restauratrice, MP restauro di Maria Paola Campeglia, via Libertà 166, 80055 Portici (Na), cell. 339.5943551, mp.restauro@libero.it

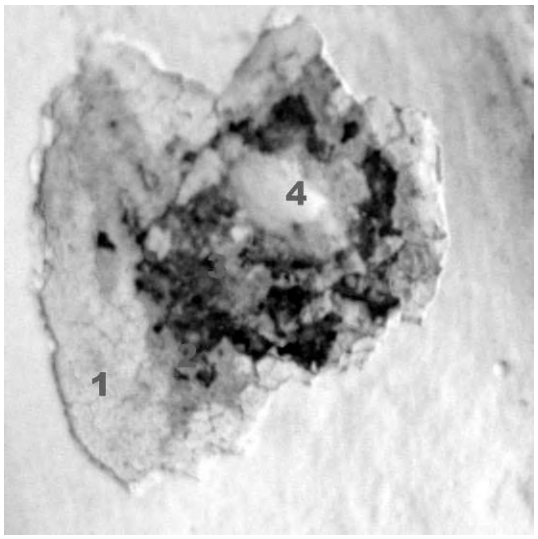
"…Fu essa rifabbricata subito dopo l'eruzione del 1794, allo stesso posto dell'antica […]. La nostra parrocchia ebbe a principal promotore nella fabbrica il B.Vincenzo Romano, che nel vederla ampia e grandiosa se non fu profeta, fu certo bene augurante."
Fu il Beato Vincenzo Romano l'artefice della costruzione della Basilica Pontificia di Torre del Greco, riedificata dall'architetto Ignazio De Nardo, sulle rovine dell'antica parrocchia distrutta dalla terribile eruzione vesuviana del 1794. Solenne e maestosa, sita nel cuore antico di Torre del Greco, è una delle memorie più preziose della storia, della fede e delle tradizioni della città vesuviana.
Poche sono le fonti che trattano della facciata che, prima del restauro, si presentava monocroma sia sulle superfici piane che nelle nicchie della facciata e nelle statue di santi dedicatori Gennaro ed Elena «La sua facciata è sobria. Ha sulla porta di mezzo una croce di legno, dipinta in nero, e inclinata verso il lato destro di chi guarda, quale positura si attribuisce al fatto che vi è nell'interno conservato un pezzo della vera Croce trovato da S.Elena. Le due statue laterali furono messe nel 1858, ricavandosi dall'Archivio Municipale una nota che si dice che "nel mese di novembre di tale anno lo scultore istorico Beniamino Calì s'impegna a terminare due statue: S.Gennaro e S.Elena, alta ognuna dieci metri (*sic*, ma forse voleva dire palmi) e da ponersi avanti la parrocchia, pel prezzo complessivo di ducati 400"».



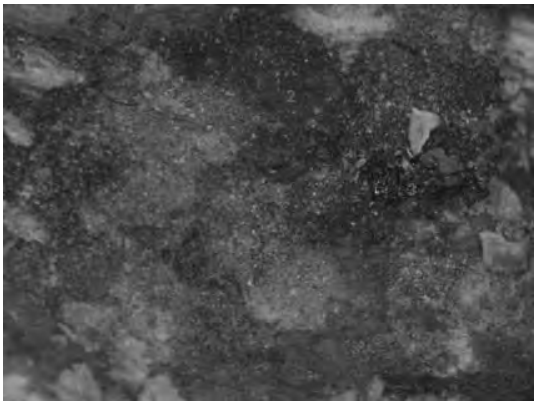
Prospetto della facciata prima del restauro

Nel luglio 2006 è stato approntato il restauro del prospetto principale della Basilica di Santa Croce di Torre del Greco (Na). Tali lavori sono stati eseguiti grazie ad un finanziamento della Regione Campania per interventi e manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici di culto. Ai lati della porta centrale, sulla bianca facciata, vi sono due nicchie, nelle quali sono poste, a destra, il Martire Gennaro e, a sinistra, l'Imperatrice Elena.
Da alcune fonti storiche si rileva che già nel 1973 si poneva il problema della conservazione delle due statue in quanto, essendo esse in gesso, il tempo e la salsedine mettevano in pericolo la loro conservazione.
«Richiamiamo invece l'attenzione dei torresi sulle due statue, quella di S.Elena e quella di S.Gennaro, che ornano la facciata. Furono eseguite dallo scultore napoletano Beniamino Calì per 400 ducati. Esse sono di stucco e, per quanto fatte bene, il tempo e la salsedine mettono in pericolo la loro conservazione. ».
Durante l'operazione di descialbatura, si è scoperto che le statue erano state ricoperte, nel corso degli anni, con 4 strati di malta bianca ed una di cementite, proteggendo, quindi le statue dal tempo e la salsedine, ma nascondendo, in tal modo, raffinati decori realizzati con stucco romano pigmentato decorato e sfumato con tempere rosso-brune atte a produrre sulle sculture un gioco di luci e ombre che ne aumentava il senso di profondità. Il tutto, infine, era stato protetto da vernici bituminose.
Si è deciso, pertanto, di prelevare dei campioni sull'opera ed analizzarli. Il percorso d'indagine è stato il seguente:

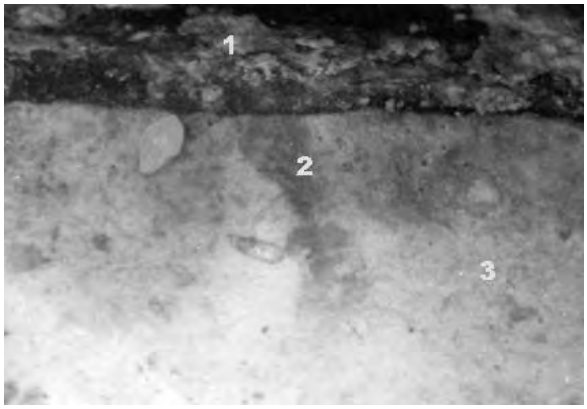
1. esame critico organolettico con lente d'ingrandimento per la morfologia delle alterazioni;
2. misure di colore secondo Munsell e secondo il sistema RGB;
3. osservazioni al microscopio con documentazione foto digitale;
4. Gestione digitale delle immagini;
5. tests microchimici e/o stratigrafici ;
6. fluorescenza U.V.;
7. drop test



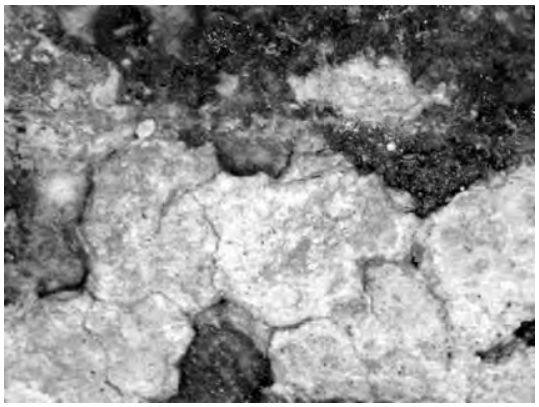
Stratigrafia: 1: lo strato di velatura a calce; 2: la ridipintura grigia; 3: lo strato originale di Vernice rosso marrone; 4: il gesso che costituisce La materia della statua di San Gennaro.



Frammento distaccatosi dalla statua. Stereo 40X. *Lo stato originale*: 1: il deposito superficiale grigio di polvere; 2: il colore rosso della vernice colorante; 3: una vernice bituminosa per realizzare chiaroscuri e profondità di campo sulla superficie delle opere



10X. *Il frammento campione esaminato in stratigrafia traversa*: 1: lo strato di vernice protettiva; 2: lo strato quasi separato di medium legante della vernice assorbito dal gesso; 3: colature della parte più fluida della vernice protettiva



Stereo 60X. Un particolare dello strato di copertura in velatura di calce sulla primigenia vernice protettiva rosso mattone

Si è quindi deciso, in accordo con la Soprintendenza per i B.A.P.P.S.A.E. di Napoli e Provincia, di riportare alla luce le sculture nella loro veste originale.

Stato di conservazione del San Gennaro

La scultura di gesso, composta da cinque blocchi assemblati per un'altezza totale di cm. 271, presentava diverse problematiche: il braccio destro presentava una evidente e profonda crepa sul lato superiore dell'arto e una grave lesione alla giuntura della spalla, dovute ad un rigonfiamento dell'anima di ferro oramai arrugginita; la mano destra è mancante dell'indice e le falangette delle dita erano frutto di un precedente restauro; le dita della mano sinistra erano posticce; il bastone, completamente verniciato in bianco, era in ferro nella parte inferiore e in legno in quella superiore; un filo di ferro posticcio e malridotto reggeva il libro, ridotto ad una pellicola fragilissima di ferro arrugginito, che il santo reggeva nella mano destra; le due ampolle, poggiate sul libro, anch'esse non originali, erano in lega metallica e dipinte in vernice bianca. Dopo la descialbatura, sull'intera superficie, si notavano piccole e diffuse stuccature di colore chiaro, opera del precedente intervento di ripristino.



Statua di San Gennaro prima del restauro



Stato di conservazione della statua di San Gennaro



Fase di descialbatura della statua di San Gennaro





Fase di descialbatura della statua di San Gennaro

Stato di conservazione della Sant'Elena

La scultura in gesso, composta da quattro blocchi assemblati per un'altezza totale di cm. 240, si presentava in condizioni peggiori del San Gennaro: fragile e pulvirolenta si presentava l'intera superficie, soprattutto la zona inferiore della scultura ed in particolare i piedi; opera di un precedente restauro l'intero braccio destro, legato tramite una struttura con fili di ferro oramai arrugginiti, alla croce, anch'essa non originale; quest'ultima, quasi del tutto corrosa dalla ruggine, presentava tracce di vernice bianca. Dopo la descialbatura, la veste mostrava numerose e grosse lacune di colore chiaro, opera di un precedente intervento di restauro.



Statua di Santa Elena prima del restauro



Stato di conservazione della statua di Santa Elena



Fase di descialbatura della statua di Santa Elena



Fase di descialbatura della statua di Santa Elena

Terminata la descialbatura, si è affrontata l'operazione consolidamento della materia con un prodotto a base di silani e silossani modificati ed esteri etilici dell'acido silicico in miscela solvente, prodotto che agisce aggregando profondamente e proteggendo i manufatti ad alta porosità degradati.

Interventi su San Gennaro

Al fine di dare sostegno e stabilità al braccio destro in prossimità della lesione presente all'attacco dell'arto con la spalla, sono stati inseriti tre perni in vetroresina; l'anima di ferro all'interno del braccio è stata trattata con un convertitore di ruggine e isolata con un protettivo e il braccio stuccato con malta a grana 150 e rifinito con malta pigmentata a grana fine; le falangette mancanti della mano destra sono state ricostruite plasticamente con una malta, mentre le dita posticce della mano sinistra accuratamente rifinite con carta abrasiva; il bastone è stato sverniciato ed il ferro arrugginito trattato con un convertitore di ruggine, isolato con un antiruggine ed infine verniciato in finto legno; il libro tra le mani del santo è stato sostituito con uno ex novo in lega metallica; le ampolle sverniciate, sono state ripristinate con una doratura con foglia oro su missione protetta con una vernice.

Interventi su Sant'Elena

L'intera superficie dell'opera è stata più volte consolidata; i fili di ferro che sostenevano alla croce il braccio destro, asportati; il braccio destro, posticcio, è stato rifinito con carta abrasiva; la croce, sverniciata e trattata con il convertitore di ruggine, è stata infine protetta da un'antiruggine e verniciata in finto legno.
Terminato il restauro conservativo, si è passato alla fase del restauro estetico: l'integrazione materica e l'integrazione pittorica.
Le lacune presenti su entrambi i simulacri sono state colmate dapprima con malta a granulometria 150, poi rifinite con malta a grana finissima mista a pigmento ed infine portate a livello con carta abrasiva.
Per quanto riguarda l'integrazione pittorica, le numerose stuccature, sia quelle del precedente restauro sia quelle attuali, sono state abbassate di tono con la selezione cromatica.
Terminato il ritocco pittorico, le statue, esposte all'intemperie atmosferiche e ai problemi che sorgono con l'esposizione ai raggi UV, sono state protette con una resina acrilica.



Statua di San Gennaro dopo il restauro



Statua di Santa Elena dopo il restauro

Il lavoro di restauro, terminato nel novembre 2006, è stato più lungo e complesso rispetto alle previsioni, ma siamo stati ricompensati dalla scoperta di due sculture di un insolita e raffinata fattura. Prima dell'attuale restauro, essendo dipinte in bianco, come il resto della facciata, non si notavano: veniva da chiedersi come mai l'autore, avesse pensato di collocarle lì senza conferire loro un debito risalto. In realtà, come risulta dal restauro, B.Calì aveva pensato bene di valorizzare le due statue, che ritraggono due santi popolarissimi e venerati, dando la sensazione che queste fossero state realizzate in creta e movimentando quindi, la maestosa bianca facciata e mettendo, nel contempo, in luce la bella fattura dei simulacri, quantunque realizzati in gesso.
Si è sentito, pertanto, la necessità di ridonare all'opera non solo l'originale godibilità estetica e formale, mettendo in rilievo le linee, le statue, gli stucchi, i colori, ma attraverso un restauro architettonico ed artistico ben calibrato, si è voluto ridonare alla Chiesa uno dei suoi linguaggi privilegiati, quello dell'arte vista come mezzo "per trasmettere agli uomini il messaggio affidatole da Cristo. Essa deve, infatti, rendere percettibile e, anzi, per quanto possibile, affascinante il mondo dello spirito, dell'invisibile, di Dio" (Giovanni Paolo II, *Lettera agli Artisti 12*).



Prospetto della facciata dopo il restauro

BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV., *"In hoc signo vinces I Santi Gennaro ed Elena nella facciata della Basilica di Santa Croce"*, A.C.M. SpA, Torre del Greco (Na)
2. Vincenzo di Donna, *"L'Università della Torre del Greco nel secolo XVIII"*, 1912, pp. 224-225
3. Raffaele Raimondo, *"Itinerari Torresi e Cronisti del Vesuvio"*, 1973, p.56

Progetto di restauro e direzione lavori: Arch. Ornella Solvetti
Impresa esecutrice dei lavori: MP restauro di Maria Paola Campeglia
Direttore tecnico: Maria Paola Campeglia
Aiuto restauratori: Filomena De Laurentiis, Paola Forneris
Chimico della dignostica – Prof. Ciro Piccioli

LE SPECIE LEGNOSE DELLA SALA MARTORANA DI PALAZZO COMITINI A PALERMO

Bartolomeo Megna[*], Maria Parlapiano[**], Giovanni Rizzo[***]

[*]Assegnista di Ricerca, Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Processi e dei Materiali, Viale delle Scienze, 90128, Palermo,0916567279, megna@dicpm.unipa.it
[**] Assegnista di Ricerca, Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Processi e dei Materiali, Viale delle Scienze, 90128, Palermo,0916567252, parlapiano@dicpm.unipa.it
[***] Professore Straordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali, Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Processi e dei Materiali, Viale delle Scienze, 90128, Palermo,0916567271, rizzo@dicpm.unipa.it

Abstract

In questo lavoro vengono presentati i risultati di una ricerca condotta in occasione del restauro della Sala Martorana del Palazzo Comitini di Palermo, caratterizzata dalla presenza di diversi elementi lignei di pregio, che vanno dai profili intagliati che inquadrano i medaglioni dipinti, agli infissi interni ed esterni e alle cornici degli specchi [1]. In particolare la Direzione Lavori del progetto di recupero ha richiesto l'identificazione delle specie lignee con la duplice finalità di arricchire le conoscenze sui materiali e le tecniche esecutive del Palazzo e di operare eventuali integrazioni in maniera compatibile.
L'identificazione è stata effettuata seguendo il metodo delle chiavi dicotomiche, che prevede il riconoscimento delle caratteristiche microstrutturali della specie attraverso l'osservazione delle tre diverse sezioni anatomiche del legno: trasversale, tangenziale, radiale [2-4]. Si è fatto ricorso sia ad un microscopio in luce riflessa con ingrandimenti da 6x a 40x, che ad un microscopio in luce trasmessa con ingrandimenti da 40x a 400x. In un caso di dubbia interpretazione si è utilizzato anche il microscopio elettronico a scansione, che consente ingrandimenti ben maggiori. Le sezioni da osservare sono state ricavate per taglio manuale del campione. Il prelievo dei campioni è avvenuto in maniera non invasiva, ove possibile dal retro degli elementi e in ogni caso da aree non esposte all'osservazione diretta.
I risultati evidenziano la presenza di diverse specie legnose, sia conifere che latifoglie, che furono scelte, sulla base alle loro proprietà, in relazione alle caratteristiche e alle funzioni degli elementi lignei da realizzare, così diverse passando da una cornice intagliata ad un infisso esterno. Ciò, tenuto conto anche del soddisfacente stato di conservazione generalmente rilevato, rappresenta un'ulteriore testimonianza della profonda conoscenza da parte delle maestranze qualificate di quella che oggi viene chiamata "Scienza e Tecnologia dei Materiali", e suggerisce interessanti spunti di riflessione riguardo al dibattito, di grande attualità, sul percorso formativo dei restauratori.

Introduzione

Il Palazzo Comitini a Palermo è uno splendido esempio di architettura ispirata al modo di vivere ed alla cultura di Versailles. L'edificio, realizzato intorno alla metà del '700 per volontà del Principe di Comitini, Pretore di Palermo, è apprezzato sia per il suo prospetto, con ornati in stucco e colonne in pietra grigia, sia per il duplice atrio diviso da un loggiato a tre arcate, sia infine per i raffinati decori dei saloni interni [1]. Tra essi spicca la Sala Martorana, che prende il nome dal pittore Gioacchino Martorana (1735-1797), artefice del grande affresco della volta e dell'intera decorazione della Galleria. Il Palazzo è oggi sede dell'Amministrazione della Provincia Regionale di Palermo, che negli ultimi decenni ne ha curato il recupero e la manutenzione.
Un recente intervento, eseguito in occasione della Conferenza Mondiale dell'ONU svoltasi a Palermo nel 2000, ha interessato alcuni ambienti del Palazzo, e in particolare la Sala Martorana, per la quale il progetto prevedeva il recupero di tutti gli elementi di pregio artistico. Oltre ai dipinti, agli specchi ed alle maioliche della pavimentazione, la Sala è caratterizzata dalla presenza di diversi elementi lignei, che vanno dai profili intagliati che inquadrano i medaglioni dipinti, agli infissi interni ed esterni e alle cornici degli specchi. Per la loro ricchezza questi arredi lignei sono parte integrante del raffinato apparato decorativo della Sala, e per questo motivo i responsabili dell'intervento hanno ritenuto opportuno approfondirne la conoscenza, sia identificando le specie legnose presenti che valutandone lo stato di conservazione.

Campionamento e metodologia di identificazione

L'intervento di restauro di Palazzo Comitini ha offerto un'opportunità unica di effettuare un campionamento dei materiali lignei, allo stesso tempo significativo e non invasivo. Infatti durante le operazioni di pulitura e controllo spesso è stato possibile prelevare da zone degli elementi decorativi non accessibili in condizioni normali, come ad esempio il retro delle cornici.
Al fine di effettuare una caratterizzazione completa dei legni utilizzati, sono stati prelevati sette campioni dai manufatti delle diverse tipologie che decorano la sala: cornici di specchi, telai e pannelli degli infissi, fregi intagliati dei pannelli dipinti. I prelievi sono stati effettuati in stretta collaborazione con i restauratori del cantiere, privilegiando, ove possibile, le porzioni già distaccate e le zone che sarebbero successivamente risultate nascoste alla vista. I campioni sono stati etichettati mediante la sigla PCT e un numero progressivo.
L'osservazione ravvicinata delle cornici (Fig. 1), smontate per permettere il restauro degli specchi e dei dipinti, ha evidenziato l'uso di un'unica specie sia per i controtelai che per i telai veri e propri. Allo stesso modo gli intagli apparivano tutti realizzati con legno della stessa specie, o almeno di specie non distinguibili ad un'osservazione macroscopica. Gli infissi invece presentavano un'evidente differenza tra i pannelli di chiusura e le parti strutturali e pertanto è stato effettuato il campionamento da entrambi gli elementi.
Il campione PCT01 si riferisce ad un fiore della decorazione ad intaglio della porta sinistra della parete sud-est, che si era distaccato durante le fasi precedenti dell'intervento di conservazione. Questo caso è stato particolarmente favorevole, grazie al fatto che dal retro del fiore sporgeva una spina d'incastro, avente forma di parallelepipedo, che esponeva tutte le sezioni anatomiche del legno. Quindi è stato possibile ricavare le sezioni sottili direttamente dall'elemento decorativo che, dopo il prelievo, è stato restituito praticamente senza alcun danno.
Per i restanti campioni invece è stato necessario utilizzare un seghetto e una lama taglia-balsa per prelevare in situ un parallelepipedo di legno di circa 3×1×1 cm, dal quale poi in laboratorio sono state ricavate le sezioni sottili per l'osservazione al microscopio.
I campioni PCT02 e PCT03 provengono dal controtelaio di due diverse specchiere; il campione PCT04 dalla cornice di una specchiera; il campione PCT05 dal montante del telaio della stessa specchiera; i campioni PCT06 e PCT07 rispettivamente dal pannello e dal telaio dell'infisso di un balcone.

a)  b) 

c)  d) 

Figura 1 Elementi lignei della Sala Martorana

a) vista di insieme della parete ovest; b) pannelli di oscuramento di un balcone;
c) cornice di uno specchio; d) cornice di un medaglione dipinto.

L'identificazione delle specie legnose è stata effettuata seguendo il metodo delle chiavi dicotomiche descritto in letteratura [2], che prevede l'osservazione delle caratteristiche anatomiche nelle tre sezioni principali del legno: trasversale, tangenziale, radiale. Sono stati utilizzati a questo scopo due microscopi ottici, Leica MS5 e Leitz Laborlux 12 Pol, rispettivamente in luce riflessa e in luce polarizzata trasmessa.
I campioni sono stati preparati secondo diverse modalità. Una prima osservazione è stata effettuata in luce riflessa al microscopio stereoscopico su una semplice superficie di frattura. Per l'osservazione in luce trasmessa invece sono state preparate delle sezioni sottili di qualche decina di micron di spessore, ricavate tramite taglio con una lama affilata. Quest'ultima modalità di osservazione è stata utilizzata per tutte e tre le direzioni anatomiche. In un solo caso si è anche fatto ricorso al microscopio elettronico a scansione.

Risultati e discussione

L'identificazione attraverso le caratteristiche anatomiche ha evidenziato l'uso di diverse specie legnose.
L'osservazione della sezione trasversale del campione PCT01 mostra chiaramente che si tratta di una latifoglia, priva di anello poroso (Fig.2) e con il diametro dei vasi decrescente dal legno primaticcio verso quello tardivo. I raggi sono pluriseriati ed ingrossati in corrispondenza degli anelli di accrescimento (Fig. 3). Infine la presenza di ispessimenti spiralati nelle pareti dei vasi della sezione tangenziale (Figg. 4a, 4b) non lascia dubbi sulla identificazione della specie come Tiglio (Famiglia Liliacee).

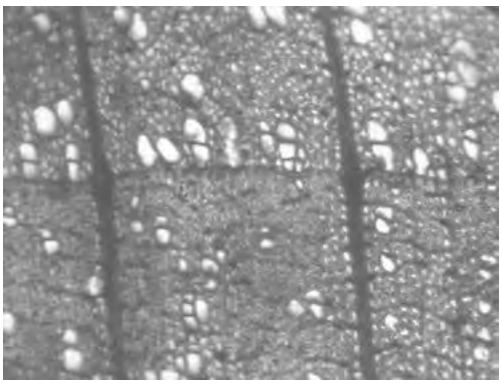


Figura 2. Campione PCT01 sez. trasversale, 40x

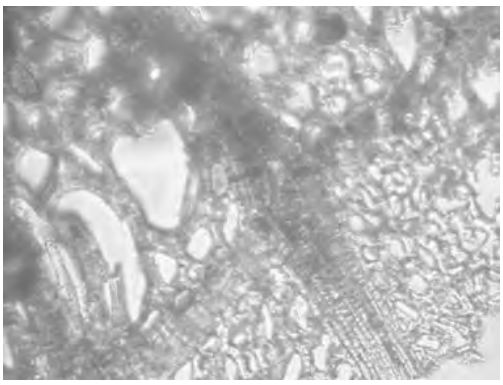
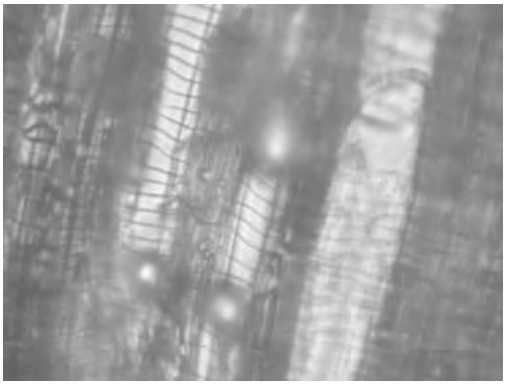


Fig 3. Campione PCT01 sez. trasversale, 100x

a)



b)

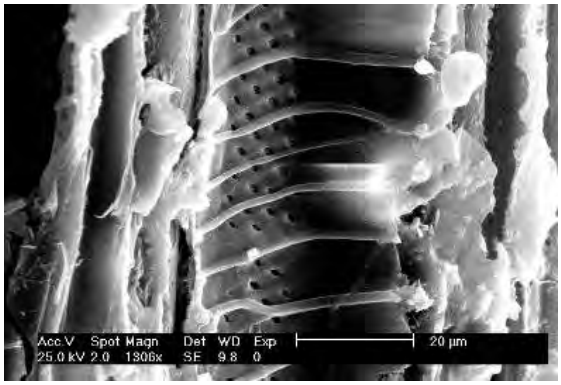


Figura 4. Campione PCT01 sez. tangenziale: a) luce trasmessa, 400x; b) ESEM, 1306x

I campioni numerati da 2 a 6, caratterizzati dalla presenza degli stessi elementi anatomici, sono riconducibili ad una stessa specie legnosa. La sezione trasversale evidenzia che si tratta di una conifera senza canali resiniferi (Figg. 5 e 6) con scarsa presenza di cellule parenchimatiche assiali; nella sezione radiale non sono presenti ispessimenti spiralati delle pareti delle tracheidi, mentre si osserva la presenza di tracheidi radiali (Fig. 7-9). Inoltre si individuano dei cristalli nelle tracheidi radiali (Fig. 10). Si tratta di Cedro (Famiglia Pinacee).

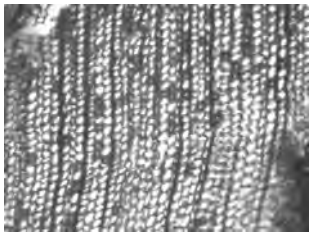


Figura 5. PCT02 sez. trasversale luce trasmessa 100x: assenza di canali resiniferi e cellule parenchimatiche

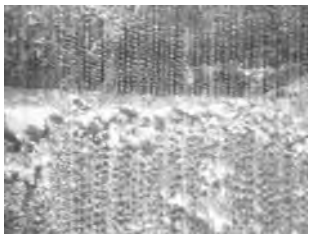


Figura 6. PCT04 sez. trasversale luce riflessa 80x: assenza di canali resiniferi

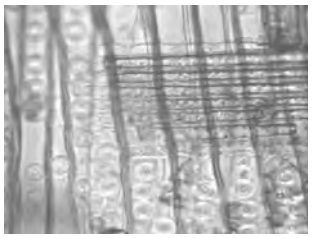


Figura 7. PCT02 sez. radiale luce trasmessa 400x: tracheidi radiali

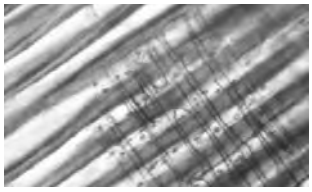


Figura 8. PCT05 sez. radiale Luce trasmessa 400x: presenza di tracheidi radiali e cristalli nel campo d'incrocio

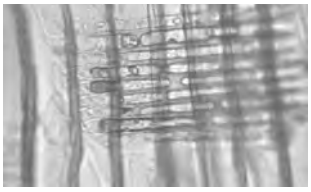


Figura 9. PCT06 sez. radiale, luce trasmessa 400x: presenza di tracheidi radiali assenza di ispessimenti spiralati



Figura 10. PCT03 sez. radiale, luce trasmessa 400x: presenza di cristalli nel campo d'incrocio

Per quanto riguarda il campione PCT07, le caratteristiche della sezione trasversale indicano che si tratta di una latifoglia con anello poroso (Fig. 11), con raggi uniseriati (Fig.12). Si nota la presenza di tille nelle pareti dei vasi (Fig.13). Si tratta di Castagno (Famiglia Fagaceae).

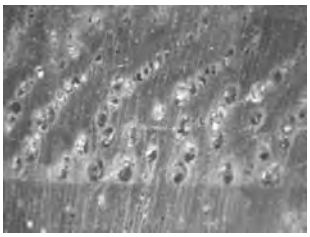


Figura 11. PCT07 sezione trasversale, luce riflessa: anello poroso

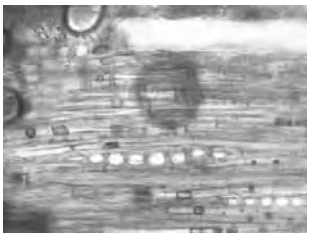


Figura 12. PCT07 sezione tangenziale, luce trasmessa: presenza di raggi uniseriati

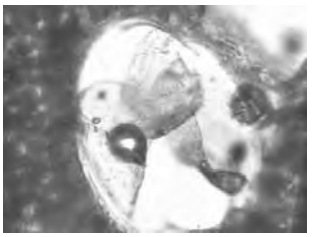


Figura 13. PCT07: presenza di tilla in un vaso

Conclusioni

L'identificazione delle specie legnose degli apparati decorativi della Sala Martorana di Palazzo Comitini a Palermo, effettuata mediante chiavi dicotomiche, ha evidenziato la presenza di due latifoglie, Tiglio e Castagno, e di una conifera, Cedro.

Se si associa l'uso di ciascuna di queste specie alla funzione dell'elemento ligneo con essa realizzato, ne risulta che tale scelta è guidata da una buona conoscenza delle diverse caratteristiche di ciascun legno. In particolare il Tiglio, essendo un materiale facilmente lavorabile per asportazione di truciolo, si presta particolarmente per lavori di intaglio e scultura. Analoga considerazione vale per il Cedro. Entrambe queste specie, d'altra parte, non sono particolarmente resistenti agli agenti atmosferici. Per queste ragioni risulta opportuno il loro impiego per la realizzazione degli elementi intagliati e delle cornici, destinati alla decorazione degli ambienti interni. Allo stesso modo, nel caso dell'infisso di un balcone, l'uso del Castagno risulta suggerito sia dalla sua buona durabilità naturale che dalle proprietà meccaniche e di rigidezza, che lo rendono idoneo alla realizzazione di elementi con funzione strutturale ed esposti agli agenti esterni, come il telaio. Al contrario, per il pannello interno dello stesso infisso, la scelta ricade ancora una volta sul Cedro.

Le indagini diagnostiche di questo tipo hanno una duplice valenza: da una parte rappresentano un contributo alla conoscenza della composizione materiale del manufatto, dall'altra consentono di operare una scelta consapevole dei materiali da impiegare nell'intervento di conservazione.

Infine il soddisfacente stato di conservazione dei manufatti lignei rilevato nella Sala, risultato prima di tutto della continuità di una buona pratica di manutenzione dell'intero edificio, è un'ulteriore conferma del fatto che siano state operate le scelte più opportune in termini di specie legnose.
Tali risultati offrono una testimonianza della elevata qualificazione professionale delle maestranze che venivano impiegate nella realizzazione di opere di un certo rilievo, come il Palazzo Comitini. Il raffinato gusto estetico nella realizzazione degli elementi decorativi risulta spesso associato alla conoscenza, sia pure empirica, di quella che oggi viene definita la Scienza e Tecnologia dei Materiali, cioè delle relazioni che esistono tra la struttura e le proprietà di un materiale e le modalità più opportune di lavorazione e di impiego dello stesso.
Infine queste considerazioni offrono interessanti spunti di riflessione riguardo al dibattito, di grande attualità, sul percorso formativo dei restauratori. Infatti la recente figura del restauratore laureato, sulla base di alcuni provvedimenti normativi in fase di elaborazione, potrebbe essere caricata di nuove responsabilità decisionali nella conduzione di un intervento di restauro. Anche se il progetto sarà comunque elaborato e poi realizzato da una equipe di diversi professionisti, inclusi gli esperti di diagnostica dei materiali, tuttavia il restauratore deve essere in grado di comprendere il significato e l'importanza dei diversi contributi che ciascuno di essi è in grado di offrire, e questo rende ancor più importante che nel passato la multidisciplinarità della sua formazione, che deve spaziare dalla teoria del restauro alle discipline delle scienze naturali, fisiche e chimiche.

BIBLIOGRAFIA

[1] La Provincia Restaura tratto da http://www.provincia.palermo.it/provpalermo/old_site/venezia/venezia.htm
[2] Nardi Berti R. "La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego" C.N.R. Istituto del Legno, collana, Contributi Scientifico-Pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, Firenze 1994.
[3] Schweingruber F. H. "Anatomy of European woods: an atlas for the identification of european trees, shrubs and dwarf shrubs", Paul Hapt berne and Stuggart Publishers
[4] http://www.woodanatomy.ch

UN CASO SINGOLARE DI TRASPOSIZIONE DEL COLORE DI UN DIPINTO SU TAVOLA TRECENTESCO. IL RESTAURO DELLA MADONNA DELL'USCETTO DELLA CATTEDRALE DI ALESSANDRIA

Anna Rosa Nicola e Nicola Pisano

NICOLA RESTAURI, Via Mazzini 8, 14020 Aramengo (AT), Via S.Giulia 65 Torino - nicolarestauri@tin.it

Abstract

L'intervento qui trattato rappresenta un caso del tutto particolare di trasposizione del colore, eseguito per salvare un dipinto su tavola trecentesco pesantemente manomesso in restauri passati. Tale drastica operazione, sicuramente da evitare quando ciò sia possibile, è stata qui una scelta obbligata, dettata dal pessimo stato di ciò che rimaneva del supporto, di fatto non più in grado di offrire il giusto sostegno alla pellicola pittorica poiché gravemente eroso dagli xilofagi. In un restauro ottocentesco la tavola era già stata sottilizzata, integrata con innesti lignei nelle parti andate distrutte dagli insetti, applicata su un nuovo supporto, ampliata di misura, ed inserita in una nuova cornice. L'attuale restauro, che ha necessariamente dovuto anche tener conto delle nuove dimensioni, ha permesso di salvare l'opera dal punto di vista conservativo e recuperare pienamente la cromia e la doratura originarie nascoste da più strati sovrapposti di rifacimenti, tutti molto arbitrari e travisanti. L'intento è stato quello di ricreare con l'utilizzo di materiali simili a quelli originali - gesso, colla animale e tela - una struttura in grado di supportare adeguatamente la pellicola pittorica rispettando anche l'aspetto estetico e le difformità superficiali della tavola. Un delicato intervento di ricucitura a sottile tratteggio ha restituito inoltre integrità all'insieme, indispensabile considerata la collocazione dell'opera, molto venerata, all'interno del Duomo.

L'intervento

Bloccati in via previa al trasporto i sollevamenti di colore pericolanti, la tavola è stata separata dalla cornice e sottoposta ad una serie di indagini strumentali non distruttive al fine di comprendere meglio lo stato di conservazione della cromia originale, le vicissitudini conservative e l'entità dei numerosi interventi di restauro e modifica subiti in passato.



Figura 1 e 2. Il dipinto nella cornice ottocentesca visto su fronte e retro, prima del restauro.

Già ad un'attenta osservazione a luce radente appariva chiaro, per le irregolarità superficiali che la zona perimetrale del dipinto era frutto di restauri e ampliamenti. Molte erano infatti le stuccature piastronate e debordanti che interessavano sia la zona inferiore che l'angolo superiore destro estendendosi fino al capo della

Vergine e a parte di quello del Bambino. La luce radente evidenziava inoltre sollevamenti e affossamenti del colore, dovuti al cedimento del supporto, gravemente eroso dal tarlo.



Figura 3. Il dipinto esaminato a luce radente.



Figura 4 .Il dipinto esaminato a luce U.V.

L'esame con l'U.V. metteva in evidenza come tutto il fondo, privo di fluorescenza, fosse stato ridipinto in un restauro relativamente recente così come parte del capo del Bambino. Ritocchi privi di fluorescenza si notavano anche in altre zone a integrazione di mancanze di dimensioni abbastanza ridotte. Sul manto, due aree con una fluorescenza giallo verdastra, corrispondevano verosimilmente a riprese eseguite in un intervento più antico. Anche l'ampliamento nella zona inferiore, era però coperto da una vernice fluorescente, segno che con molta probabilità avremo trovato nel corso dell'intervento di pulitura altri restauri ora non visibili perché schermati da tale vernice.

La tavola originale, a causa dei danni particolarmente estesi causati dagli insetti xilofagi, di cui si notavano i numerosi fori di sfarfallamento, era stata, in un vecchio intervento, assottigliata e inchiodata su tre assi trattenute da due traverse orizzontali. Per poter procedere al consolidamento del supporto originale, dopo aver effettuato un primo fissaggio del colore, la superficie dipinta è stata protetta con una velinatura completa. Sono stati tagliati i chiodi che trattenevano il supporto della tavola all'assito inserendo la lama tra i due elementi che sono stati quindi separati.



Figura 5. Velinatura di protezione.



Figura 6. Taglio dei chiodi per la separazione del supporto dalla fodera in assito.

Si è visto così che sul retro della tavola dipinta era stata applicata una tela e, al di sotto di questa, alcuni fogli di carta con scritte di conti. Uno di questi è datato 1799; il vecchiointervento di restauro è, di conseguenza, successivo a questa data.



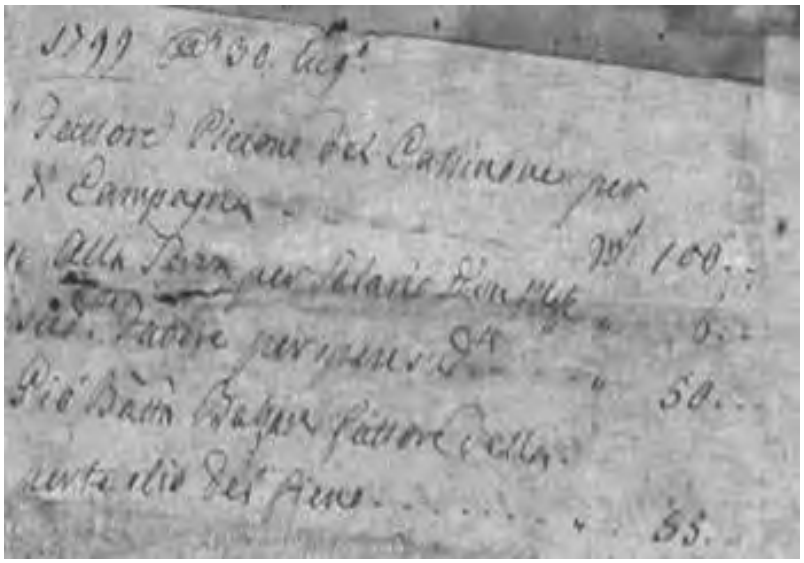


Figura 7 e 8. Il retro del supporto sottilizzato e foderato con tela e con carte scritte; una di queste porta la data 1799.

Una volta scollata la tela e i fogli di carta si è constatata la gravità delle condizioni conservative del legno originale, verificando la presenza di innesti lignei diffusi posti a risarcimento di ampie parti erose dal tarlo che

aveva scavato internamente una fittissima rete di gallerie, rendendo il supporto spugnoso e cedevole ad una minima pressione.
Per cercare di consolidarlo sono stati testati materiali diversi, senza tuttavia raggiungere il risultato voluto. I consolidanti sintetici tradizionali sono risultati inadeguati e, considerati lo spessore esiguo e l'estrema porosità del supporto, anche pericolosi in quanto penetravano fino alla preparazione con il rischio di saturarla e macchiarla in modo permanente. Sono state testate quindi resine poliestere ed epossidiche, più dense e addizionate di polvere di legno come inerte per evitare il rischio sopra descritto e si è quindi tentato di riempire le gallerie per ridare maggiore consistenza al legno. Questi prodotti creavano però una sorta di crosta superficiale senza ridare la solidità richiesta allo strato a contatto con la preparazione ed il colore. Inadatte si sono rivelate anche le infiltrazioni di gesso e colla animale, in quanto se applicate sufficientemente fluide per permetterne la penetrazione bagnavano eccessivamente indebolendo inevitabilmente la preparazione originale.

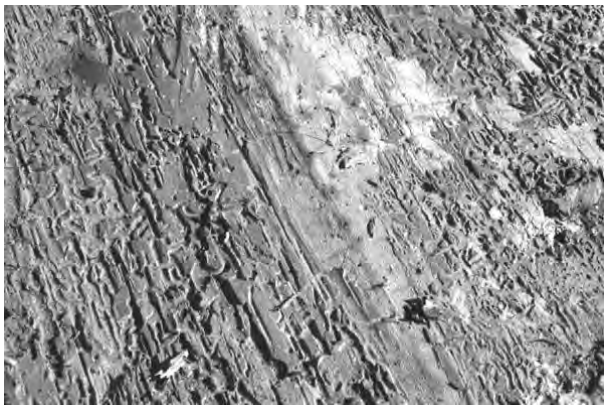






Figura 9. Particolare del retro del supporto **Figura 10**. Un insetto trovato all'interno delle gallerie.
Figura 11. Stegobium Paniceum

Dopo lunghe riflessioni, si è giunti, in accordo con la Direzione dei lavori[1], alla decisione, drastica ma necessaria, di effettuare la trasposizione dello strato pittorico su un nuovo supporto. Il degrado dello strato di legno su cui poggiava la preparazione ed il colore era tale infatti da rendere impossibile asportare a bisturi le vecchie stuccature e le ridipinture presenti, particolarmente tenaci.
Con molta delicatezza si è quindi iniziata la graduale delaminazione del legno dal retro. Durante questa operazione è stato ritrovato, all'interno di una delle gallerie, un insetto che è stato fotografato ed individuato come Stegobium paniceum. Naturalmente, prima di procedere all'asporto del legno, la superficie dipinta è stata ulteriormente protetta con uno strato di telina applicata al di sopra della velatura in carta giapponese.



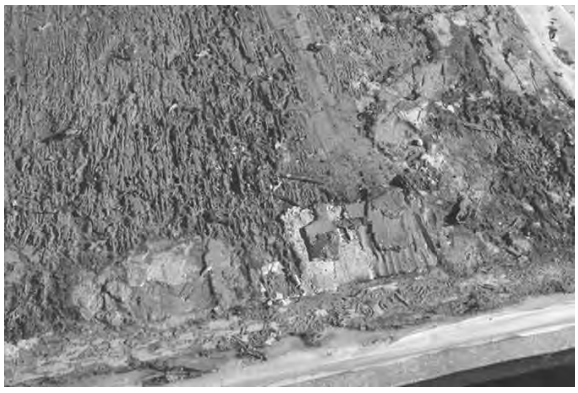


Figura 12. Durante la delaminazione del supporto. **Figura 13.** Gli innesti e gli ampliamenti antichi visti dal retro

Il manufatto era estremamente fragile ma una delaminazione attenta e delicatissima ha permesso di recuperare integralmente lo strato preparatorio originale e tutta la cromia. Analogamente, in questa fase sono state conservate le reintegrazioni eseguite in passato, le aree innestate e gli ampliamenti ed anche la striscia di tela originariamente apposta lungo la giunzione tra le assi centrali del supporto che è stata riapplicata in situ.



Figura 14. Lo strato preparatorio del dipinto e le vecchie stuccature su innesti ed ampliamenti visti dal retro dopo la delaminazione del supporto.



Figura 15. Radiografia: si noti la corrispondenza con la figura precedente ribaltata di 180°.

Osservando il retro del dipinto si aveva ora l'idea precisa della situazione ed erano più facili da comprendere i dati già rilevati dalla radiografia: si leggevano con chiarezza le parti originali, finemente crettate, le stuccature, di tre tipi diversi, i due ampliamenti, superiore ed inferiore e le porzioni lignee innestate a risarcimento delle porzioni erose.
A questo punto era necessario studiare un supporto adeguato per il dipinto, il più possibile compatibile con la materia originale, sufficientemente elastico ma allo stesso tempo resistente e in grado di reggere il peso dello strato pittorico piuttosto spesso e, non meno importante, che permettesse in un futuro l'eventuale distacco con recupero senza danni o traumi della parte originale.
Si è quindi deciso di utilizzare come adesivo per l'applicazione su tela del dipinto lo stesso tipo di collante già presente nello strato preparatorio, ovvero la colla animale e come inerte il gesso. La tela di lino, precedentemente stressata e ritesa su un telaio interinale, è stata quindi appoggiata sul retro del dipinto sul quale è stato colato e steso uno strato di preparazione a gesso e colla, livellato e lievemente pressato solo manualmente. Sono state rispettate le difformità superficiali che si erano create con i naturali movimenti del supporto; in questo modo il dipinto non ha assunto lo spiacevole effetto "spianato" innaturale osservabile in molte opere trasportate su tela.



Figure 16, 17,18 e 19. Alcune fasi dell'intervento di trasposizione del dipinto su tela.

Una volta asciugata la foderatura, sono state rimosse le protezioni superficiali in tela e in carta, ed eseguiti i primi saggi di pulitura. Nel corso dell'intervento si è avuta conferma del sovrapporsi di più rifacimenti pittorici, molto estesi ma che fortunatamente avevano sempre risparmiato le figure, nella parte centrale ancora sostanzialmente integre. Il fondo dietro la Vergine e il Bambino, originariamente a foglia d'oro zecchino con decori in rosso acceso, invece aveva subito varie riprese. Immediatamente al di sopra della foglia d'oro si è ritrovato uno spesso strato di colore bruno, costituito verosimilmente da oli e vernici pigmentate, risalente ad una prima fase piuttosto antica. Sovrapposta a questo strato era presente una ridipintura completa azzurra realizzata verosimilmente nel restauro ottocentesco che era intervenuto sul supporto. Probabilmente in questa stessa fase le aureole erano state ridorate a missione su uno strato di rigessatura. In un restauro più recente, alcune nuove cadute erano state colmate con uno stucco di color ocra e tutto il fondo era stato ridipinto nel tono bruno a vista prima dell'attuale restauro. E' molto probabile che tuttavia gli interventi manutentivi siano stati molti di più, considerata la venerazione religiosa per quest'opera.
La successione di ben sette strati è stata documentata attraverso analisi microstratigrafiche mirate al riconoscimento dei pigmenti utilizzati[2] .
La pulitura si è articolata in più fasi ed ha previsto dapprima l'asporto delle riverniciature più tarde e dei depositi di sporco compattati, ottenuto con miscele di solventi organici e soluzioni addensate di tensioattivi testate preliminarmente e modificate di volta in volta.
Lo scoprimento della doratura del fondo è stato invece condotto necessariamente a bisturi, con l'aiuto del videomicroscopio a fibre ottiche, previo ammorbidimento degli strati da asportare più superficiali. La ridipintura azzurra era infatti particolarmente tenace e la doratura, ormai ridotta a pochissime tracce, molto fragile.
Il videomicroscopio ha inoltre permesso di osservare la morfologia dell'impasto pittorico e della crettatura.

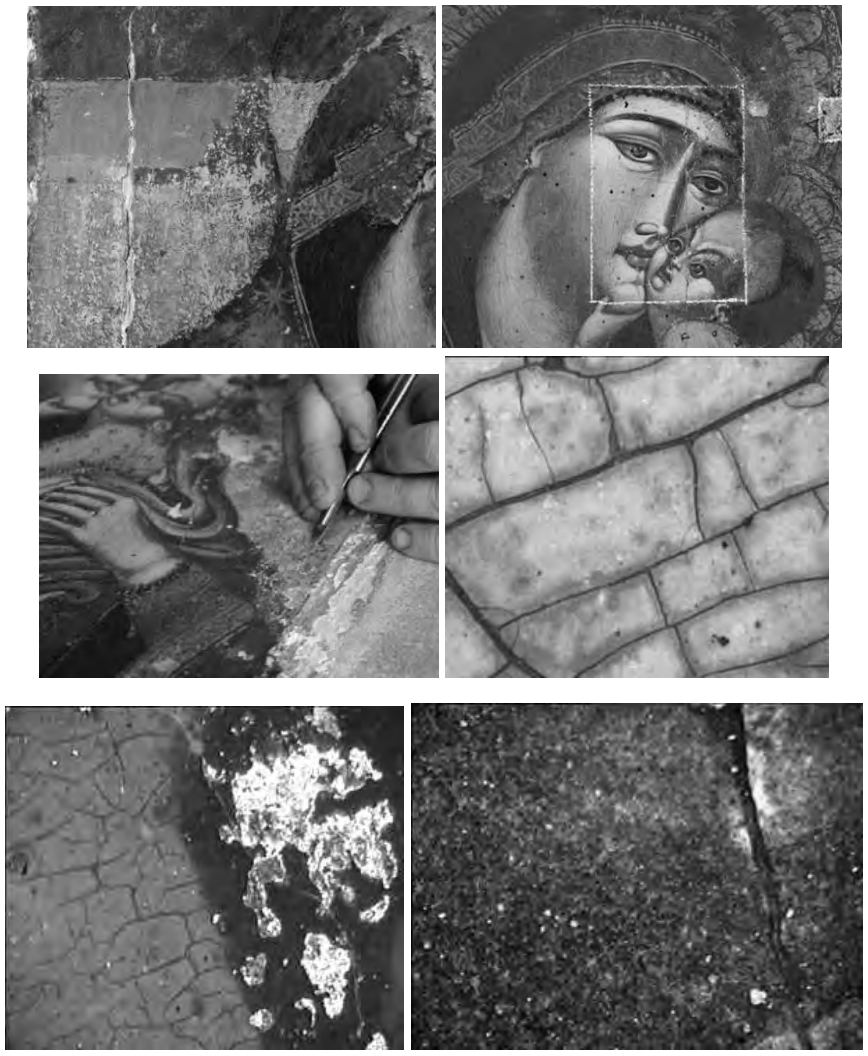


Figure 20-25. Alcune immagini durante lo scoprimento della doratura del fondo e la pulitura, condotta sia chimicamente che meccanicamente a bisturi con l'aiuto del videomicroscopio a fibre ottiche.

Sul lato destro e in basso in corrispondenza dell'ampliamento, asportate le stuccature sono riemersi alcuni tratti dei bordi originari della superficie dipinta, che risvoltavano verso la primitiva cornice, mentre sugli altri lati i margini dipinti erano molto discontinui. Era importante, nella costruzione del nuovo supporto, conservare testimonianza di quali fossero i limiti della superficie dipinta e quali del supporto originario. Le sue misure erano però anche condizionate dalla cornice attuale, peraltro frutto di un assemblaggio ottocentesco di elementi diversi. Si è deciso quindi di costruire un supporto di contenimento delle misure della cornice attuale entro cui allogare il dipinto, teso con chiodatura perimetrale, su una tavola in compensato marino.



Figura 26. Il dipinto dopo la pulitura e la stuccatura delle mancanze, teso sul nuovo supporto in compensato marino. **Figura 27.** Il retro del nuovo supporto. **Figura 28.** il supporto di contenimento per l'adattamento alla cornice.

Restava da risolvere ora il difficile problema di come condurre la reintegrazione pittorica. Il dipinto presentava soprattutto nella parte superiore ampie lacune deturpanti che impedivano fastidiosamente la lettura dell'opera



Figure 29 e 30. Particolari del decoro dell'aureola dopo la pulitura e l'asporto dei rifacimenti.

Del motivo punzonato e inciso dell'aureola restavano solamente alcuni tratti visibili sul fondo a sinistra e pochi frammenti sull'altro lato. All'interno dell'aureola vi erano in origine decori in rosso e argento oggi ridotti a poche tracce praticamente indecifrabili. Tuttavia attraverso uno studio attento della geometria del disegno e grazie anche alla compresenza in laboratorio di un dipinto proveniente da una collezione privata[3] del tutto simile dal punto di vista iconografico all'opera in questione, è stato possibile ricostruire, prima su un foglio di acetato e quindi riportare sulla stuccatura l'andamento del decoro dell'aureola, riproponendo incisioni e punzonature.



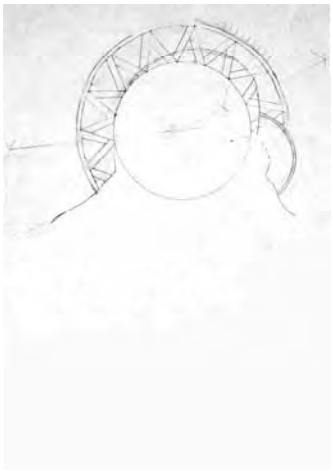



Figure 31-32. Il dipinto iconograficamente simile a quello in oggetto che ha permesso di comprendere le tracce rimaste e ricostruire il motivo decorativo dell'aureola. **Figura 33.** Rilievo e ricostruzione geometrica del decoro. **Figura 34.** il decoro punzonato dell'aureola ricostruito e riproposto a rigatino sottile.

Il tono dorato del fondo è stato quindi riproposto a colore, senza l'utilizzo di foglia d'oro, differenziando le aree reintegrate con un sottile rigatino verticale, realizzato con colori a vernice su base ad acquerello. La stessa tecnica è stata utilizzata in tutte le altre mancanze ad esclusione di quelle più piccole, chiuse in tono. Oro zecchino in polvere, legato con gomma arabica, è stato utilizzato a tratteggio per lumeggiare alcuni decori del manto e della veste laddove la foglia d'oro originale appariva fastidiosamente interrotta.

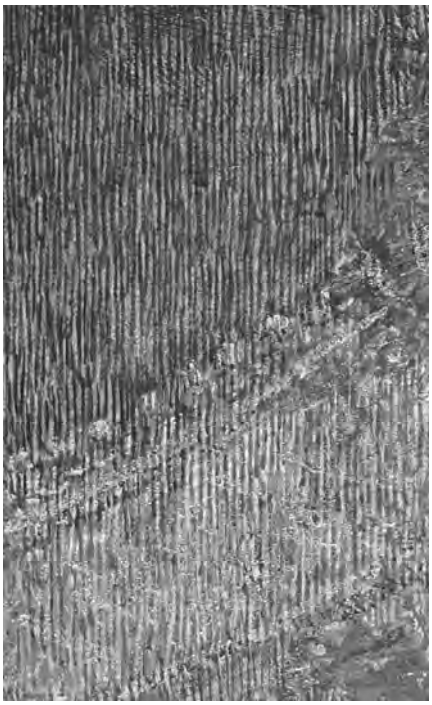


Figura 35. Particolare ingrandito del tratteggio.





Figura 36. La tavola dopo il restauro. **Figura 37** la tavola ricollocata nella cornice ottocentesca

Il restauro della cornice, che come si è detto era il risultato di un assemblaggio di elementi di epoche diverse e di recupero, ha previsto il consolidamento del legno, la chiusura mediante innesti delle fenditure nel supporto, la pulitura dai depositi di sporco e dalle riprese a bronzina, la stuccatura delle cadute e la reintegrazione con acquerello o con foglia d'oro delle mancanze di doratura. E' stato necessario equilibrare di tono il bordo esterno di raccordo tra la tavola e la cornice, con velature a vernice sovrapposte semitrasparenti di intonazione dorata. La superficie dipinta è stata quindi protetta con un velo di vernice cicloesanonica, non ingiallente.

NOTE

[1] L'intervento di restauro è stato condotto sotto la direzione di Fulvio Cervini e Daniele Sanguineti, Funzionari di zona della Soprintendenza per il Patrimonio Storico Artistico ed Etnoantropologico del Piemonte.
[2] Le analisi stratigrafiche, al SEM-EDX e al carbonio 14 sono state eseguite dalla ditta ADAMANTIO S.r.l. di Torino. Su un microcampione prelevato in corrispondenza del manto della Madonna sono stati riconosciuti ad esempio ben sette strati estranei alla cromia originale: 1- preparazione gesso e colla; 2- strato di colla; 3- biacca; 4- azzurro originale (costituito da lapislazzuli, nero carbone); 5- strato carbonioso; 6- foglia d'oro; 7- prima rigessatura; 8- strato carbonioso; 9- tracce di biacca; 10- seconda rigessatura ; 11- ridipintura bruna con pigmenti rossi e verdi.
[3] Si ringrazia la proprietà per aver gentilmente concesso la pubblicazione della fotografia.

IL CONTRIBUTO DELLE ANALISI IN MICROSCOPIA ELETTRONICA ALLA CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA E COMPOSIZIONALE DELLE MANIFATTURE IN MAIOLICA: UN CASO DI STUDIO IN SICILIA.

Giuseppe Montana[*], Anna Maria Polito[*], Luciana Randazzo[**]

[*]Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra (C.F.T.A.) - Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi, 36 (90123) Palermo, e-mail: gmontana@unipa.it
[**]Dipartimento di Scienze Geologiche - Università degli Studi di Catania, Corso Italia, 55 (95129) Catania

Abstract

Nel presente contributo sono stati esaminati i rivestimenti in smalto di mattonelle in maiolica delle pavimentazioni di alcune delle più importanti chiese di Polizzi Generosa (edificate tra il XV e il XVIII secolo), località ubicata nelle alte Madonie (Sicilia centro-settentrionale) e ricca di complessi monumentali di estremo interesse. Questa ricerca si inserisce a pieno titolo in un più ampio progetto avente l'obiettivo di ricostruire in dettaglio i vari aspetti, oggigiorno quasi del tutto perduti, di una complessa "catena produttiva" strettamente legata alla cultura materiale del territorio madonita. Infatti, i dati d'archivio testimoniano che a Polizzi Generosa già nel XV secolo, quindi nella vicina Collesano a partire dal XVII secolo, ebbe luogo un'intensa attività produttiva di vasellame comune e di maiolica.
Partendo dalla verosimile ipotesi che la maggior parte delle patologie di degrado di cui oggi soffrono i pavimenti in maiolica oggetto d'interesse sia in stretta relazione con alcuni difetti "congeniti" dei manufatti ceramici, in diretta connessione con la tecnologia di produzione localmente adottata, sono state effettuate osservazioni microstrustrutturali al microscopio elettronico (SEM), in modalità BSE (elettroni retrodiffusi), insieme a microanalisi chimiche elementari EDS (spettrometria RX a dispersione d'energia) sui rivestimenti in smalto colorato all'interfaccia con il corpo ceramico.
Attraverso i risultati ottenuti è stato possibile ottenere i primi dati scientifici sulla tecnologia delle manifatture locali (temperature di cottura al secondo fuoco, natura del fondente e dell'opacizzante, composizione dei pigmenti). Inoltre, sono stati messi in chiara evidenza diversi aspetti mineralogici e microstrutturali direttamente correlabili a procedure non idonee adottate nel ciclo produttivo, che hanno prodotto difetti del prodotto finito.

Introduzione e finalità della ricerca

I dati d'archivio attestano, già a partire dal XII secolo, la presenza di laboratori ceramici specializzati nella manifattura di maiolica nel territorio delle Madonie, area montuosa ubicata nella parte settentrionale della Sicilia centrale. Tra il XV e il XVIII secolo i centri abitati di Polizzi Generosa e Collesano si distinsero per una produzione che si sviluppò sino a buoni livelli espressivi e, le maioliche ivi prodotte oltre a diffondersi nell'intero comprensorio delle Madonie vennero esportate anche in altri centri urbani dell'isola. L'acme produttivo nell'area si ebbe a partire dal XVII secolo, quando a Palermo, per far fronte alla crescente richiesta di mattonelle maiolicate per pavimentazione, si incrementò notevolmente l'importazione di manufatti napoletani, che, come sostengono gli specialisti, ispirarono non poco anche le coeve manifatture madonite (Ragona, 1985; Gambaro, 1998; Daidone, 2005; Termotto, 2005). Allora, specialmente nel territorio circostante Collesano, fiorirono numerose fornaci (localmente denominate "stazzoni") ed intere famiglie, per generazioni, si dedicarono, con competenza, alla manifattura di ceramica invetriata e smaltata, ossia di mattonelle per pavimentazione come anche di contenitori per alimenti ("burnie"), fiasche, brocche, acquasantiere, lucerne, "bombole" e "albarelli". Vennero individuate, in zona, le colline dove reperire migliori argille ed anche gli alvei fluviali dove estrarre eccellenti sabbie quarzifere da usare per la vetrina o per lo smalto (aggiungendo ossido di stagno). Queste ultime venivano differenziate, in modo tanto intuitivo quanto concreto, in base al contenuto in impurezze di ossidi di ferro che conferivano al deposito una differente dominante cromatica. Si usava persino stemperare le argille meno calcaree con piccole quantità di "creta bianca", che in realtà, con le conoscenze di oggi, non era altro che una marna calcarea affiorante in prossimità della costa tirrenica presso l'abitato di Buonfornello (Gambaro, 1998; Termotto, 2005).
Da alcuni anni sono state intraprese delle ricerche finalizzate alla caratterizzazione composizionale delle maioliche siciliane. Tali ricerche hanno avuto in primo luogo l'obiettivo di individuare criteri oggettivi per differenziare le produzioni dei diversi centri ubicati nell'isola in base all'analisi petrografica e chimica del corpo ceramico ("biscotto"), in modo da indicare una procedura alternativa per l'attribuzione di provenienza rispetto a quella utilizzata dagli esperti storici d'arte, esclusivamente incentrata sulle caratteristiche stilistico-iconografiche del decoro, la quale, come è stato dimostrato in alcuni casi, non risulta sufficientemente al riparo da grossolani errori (Alaimo *et al.* 2004a). Inoltre, sono state condotte analisi diffrattometriche e microchimiche quantitative al microscopio elettronico (SEM-EDS) per individuare i pigmenti utilizzati nelle terrecotte maiolicate delle

principali manifatture siciliane, ovvero quelle di Caltagirone, Palermo, Sciacca e S. Stefano di Camastra (Alaimo *et al.* 2004b).
Ancora più recentemente, sempre nell'ambito dello stesso settore di ricerca, sono stati condotti studi preliminari nel territorio delle Madonie. Questi sono stati incentrati sulle materie prime argillose da secoli utilizzate dagli artigiani locali sia per la manifattura di tipologie vascolari di uso quotidiano che per la più pregiata maiolica. Le argille delle Madonie sono state analizzate da molti punti di vista (mineralogico, granulometrico, chimico, tecnologico). Quindi sono state improntate manifatture e cotture sperimentali, volte al confronto con prodotti finiti di varia tipologia e cronologia nonché di certa manifattura locale con l'obiettivo di caratterizzare gli impasti in funzione delle diverse destinazioni d'uso del manufatto ceramico e, al tempo stesso, di ricostruire col maggiore dettaglio possibile l'intera "catena produttiva", ovvero, i criteri di selezione delle materie prime, gli eventuali trattamenti preliminari (purificazione, dimagrimento, ecc..), la formulazione delle "ricette", le condizioni di cottura (Montana *et al.*, 2006).
Il presente contributo, in continuità con le ricerche precedentemente descritte, ha come oggetto lo studio microstrutturale, mineralogico e chimico condotto al SEM-EDS dei rivestimenti in smalto delle mattonelle in opera nelle pavimentazioni di alcune tra le più importanti chiese della cittadina di Polizzi Generosa: San Pancrazio (XV-XVI sec.), San Girolamo (XVII sec.), Badia Nuova (XVI sec.), Carmine (XVIII sec.), S. Maria dell'Udienza (XVII sec.), S. Maria al Piano (XV-XVI sec.) e S. Antonio Abate (XIV sec.). L'obiettivo primario delle sopra citate analisi di laboratorio è consistito nel definire le caratteristiche composizionali dei rivestimenti in smalto e, al tempo stesso, nel mettere in evidenza i difetti "congeniti" da correlare alle tecniche di produzione sviluppate secoli addietro in sede locale. Sono state altresì circoscritte, tra le deficienze connesse alle antiche procedure di manifattura, quelle che hanno avuto i maggiori effetti nell'innescare i meccanismi di grave degrado nel quale versano quasi tutte le pavimentazioni maiolicate prese in considerazione. Infine, un intento conseguente dello studio è quello di fornire dati di base a supporto di auspicabili futuri interventi di restauro conservativo.

Rilievo dei degradi

I fenomeni di degrado riscontrati nelle pavimentazioni in maiolica oggetto di studio hanno messo in luce, già a livello dell'osservazione macroscopica, la duplice azione di processi chimici e fisici legati alla cristallizzazione di sali solubili. La condensazione dell'umidità proveniente dal terreno di fondazione svolge un ruolo decisivo in quanto rappresenta il meccanismo attraverso cui i sali migrano verso la superficie, con conseguente formazione di sub-efflorescenze ed efflorescenze. La sorgente dei sali solubili è da individuare nella malta di posa delle mattonelle, che nelle chiese di Polizzi Generosa, come in diversi altri analoghi contesti delle Madonie (Petralia Sottana, Petralia Soprana, Gangi, Castellana Sicula, ecc..), è stata formulata con un legante aereo a base di gesso.
In generale, i fenomeni di degrado rilevati rientrano nelle seguenti categorie (Figura 1):
1) abrasione del decoro in smalto, causata dal calpestio ed agevolata da difetti quali ad esempio le "soffiature" (bolle), che indeboliscono la struttura del rivestimento nel suo complesso favorendo il processo di usura;
2) lacune provocate dal distacco di grossi frammenti come conseguenza della rottura in più parti dell'intero corpo ceramico (sempre relazionabile al calpestio);
3) distacco in scaglie del rivestimento in corrispondenza di difetti di manifattura come i "cavilli", ovvero fessure latenti già durante la produzione dei manufatti nella fase di raffreddamento della seconda cottura, a causa delle contrazioni differenziali dello strato di smalto rispetto al sottostante corpo ceramico. Le microfessurazioni che così si formano tendono poi ad allargarsi a causa dell'azione di espansione del corpo ceramico, in genere maggiormente esposto all'umidità.

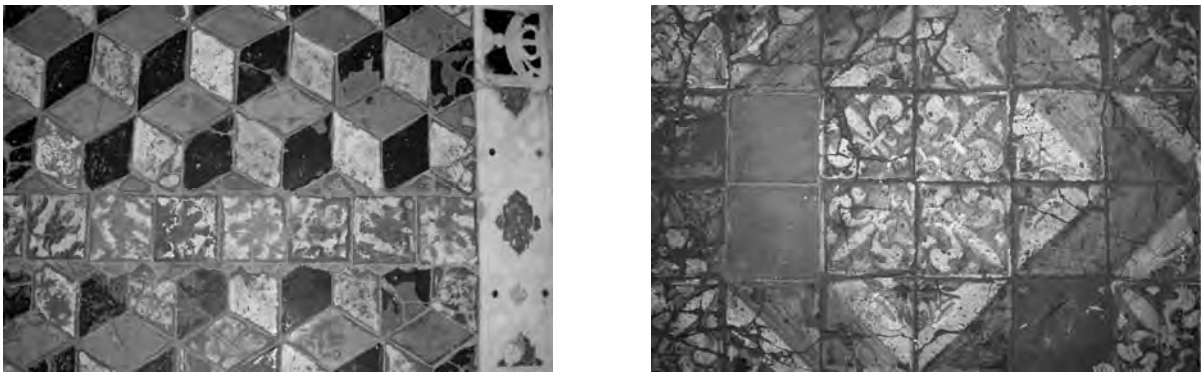


Figura 1. Esempi dei degradi a cui sono soggette le pavimentazioni in maiolica oggetto di studio: (a) Chiesa della Badia Nuova; (b) Chiesa dell'Udienza.

Particolarmente delicata risulta essere l'interfaccia tra corpo ceramico e rivestimento in smalto, dove la migrazione dei sali solubili, attraverso i pori della massa di fondo, e i cicli ripetuti di cristallizzazione, portano assai spesso alla formazione di depositi (subefflorescenze) al di sotto dello strato di smalto, provocando il suo distacco. I distacchi, verosimilmente, si verificano con maggiore intensità qualora l'adesione tra il corpo ceramico e il rivestimento in smalto, per fattori legati al procedimento di manifattura, risulti relativamente più debole.
Infine, è stato possibile riscontrare, in alcune pavimentazioni, la progressiva perdita della naturale brillantezza dei rivestimenti che, invece, mostrano una diffusa opacità. Questo fenomeno, logicamente attribuibile alla "fisiologica" consunzione dello smalto, potrebbe aver subito un'accelerazione legata all'uso, specie negli ultimi 30-40 anni, di prodotti detergenti per la pulizia ordinaria non particolarmente idonei in quanto, alla lunga, aggressivi.

Metodologie e condizioni sperimentali

Tenendo conto delle limitate quantità di materiale campionabile, trattandosi nella fattispecie di reperti per lo più unici e di notevole interesse storico-artistico, la tecnica SEM-EDS (microscopia elettronica con associata analisi chimica areale e/o puntuale XRF a dispersione di energia) sembra essere la più congeniale al conseguimento degli obiettivi dello studio analitico precedentemente illustrati. Nello specifico è stato sufficiente il prelievo di piccoli frammenti (area entro 1 cm^2 e spessore 2-3 mm) rappresentativi di tutte le tonalità cromatiche. Il prelievo è stato effettuato meccanicamente, facendo leva con un bisturi o con una spatola in acciaio, solo nelle mattonelle che mostravano ampie porzioni già distaccate. I campioni da studiare al SEM sono stati inglobati in resina epossidica, sezionati trasversalmente, lucidati in appositi panni con paste diamantate a gradazione decrescente (sino a 0.1 micron), fatti aderire ad uno *stub* in alluminio con un mezzo collante a base di argento e resi conduttivi ("metallizzati") con grafite ultrapura.
Le osservazioni al SEM in modo BSEI (ovvero tramite immagini per contrasto per numero atomico, con tonalità di grigio che sono funzione diretta del "coefficiente di retrodiffusione") oltre a mettere in evidenza importanti peculiarità microstrutturali all'interno dello strato di smalto o all'interfaccia tra corpo ceramico e rivestimento, consentono di risolvere con grande dettaglio fasi a differente numero atomico medio. Inoltre, grazie all'accoppiamento con la spettrometria EDS, la tecnica rende possibile determinare la composizione chimica delle fasi presenti attraverso microanalisi elementari puntuali o riferite ad aree molto circoscritte (diametro della sonda intorno ai 10 micron). La caratterizzazione microstrutturale e composizionale al SEM-EDS diviene, pertanto, uno strumento a dir poco indispensabile per materiali lapidei, come le maioliche, in cui predominano fasi di neoformazione scarsamente cristalline o completamente amorfe, quindi non riconoscibili attraverso la diffrazione dei raggi X (XRD) e per le quali anche l'uso di tecniche avanzate, poco distruttive o non distruttive, come la FTIR o la spettrometria Raman, non riescono da sole a soddisfare del tutto le esigenze analitiche precedentemente sottolineate.

Risultati e discussione

Natura e provenienza delle materie prime del corpo ceramico

La caratterizzazione del corpo ceramico delle maioliche oggetto di studio, effettuata precedentemente mediante l'esame di sezioni sottili al microscopio polarizzatore (Montana *et al.*, 2006), ha consentito di rilevare gli aspetti composizionali e tessiturali del degrassante sabbioso (dimensioni, addensamento, classazione e distribuzione). L'impasto ceramico è stato prodotto localmente con le argille della Formazione Terravecchia, deposito tardo-orogeno del Miocene medio-superiore. Esso è caratterizzato da un addensamento del degrassante (0.06-2 mm) variabile tra 10 e 15% (area) con distribuzione mediamente uniforme. A livello composizionale il quarzo monocristallino (granuli da subangolosi a subarrotondati) è la fase mineralogica predominante, mentre, mica, K-feldspato e plagioclasio sono costituenti comuni. I minerali opachi e i frammenti di selce risultano sporadici o rari. I pori da impronta e/o i *micritic clots* derivanti dalla decomposizione termica di bioclasti e/o frammenti litici calcarei (Cau *et al.*, 2002) sono da abbondanti a comuni.

Il rivestimento vetroso

Lo smalto, a prescindere dai pigmenti presenti, risulta composto da una matrice vetrosa (molto probabilmente completamente amorfa) e da fasi cristalline relitte o di neoformazione. Nei differenti campioni i rivestimenti mostrano uno spessore intorno ai 100 μm, con variazioni comprese tra circa 50 e 250 μm (Figura 2).
La matrice vetrosa, in base all'analisi EDS di aree sufficientemente rappresentative e prive di inclusioni di qualsiasi tipo, risulta composta da SiO_2 e PbO con quantità assai subordinate di K_2O, Al_2O_3, CaO, Na_2O e Fe_2O_3 (Figura 2). Ulteriori indagini ed analisi puntuali EDS rivelano che SnO_2 (con funzione opacizzante) è presente come cristalli anedrali di cassiterite distribuito in modo eterogeneo nella matrice vetrosa, ovvero mediante grumi

di particelle generalmente submicrometriche (Figura 3). Lo smalto, considerato nel suo complesso, è pertanto classificabile come "*tin-opacified lead glaze*" (Tite *et al.*, 1998).

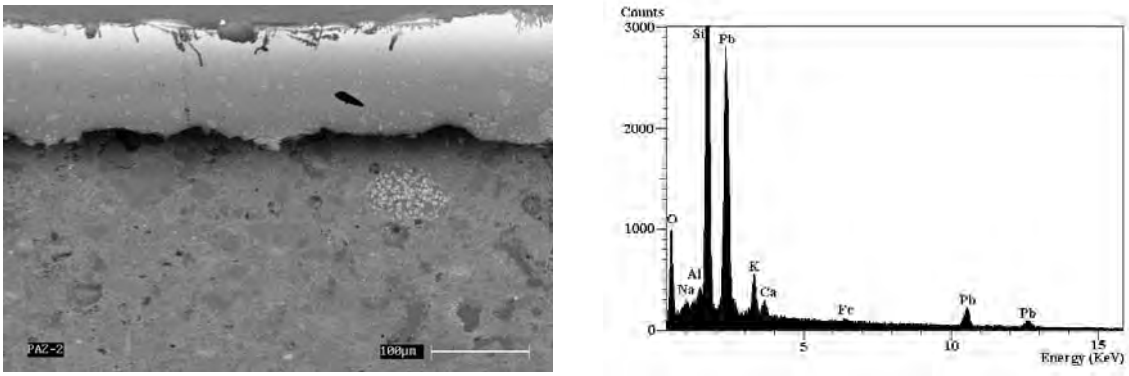


Figura 2. Microfotografia al SEM del contatto tra corpo ceramico e rivestimento in un campione prelevato nella Chiesa della Badia Nuova. A destra microanalisi chimica EDS della matrice vetrosa in porzioni circoscritte prive di particelle ed inclusioni di qualsiasi natura.

Nella massa vetrosa sono stati individuati fasi "relitte" e fasi di neoformazione di diversa morfologia e composizione, eterogeneamente distribuite. Granuli di sabbia quarzosa, con dimensioni comprese tra 10 µm e 50 µm, non "digeriti" nella fase amorfa, sono ben riconoscibili per il coefficiente di retrodiffusione relativamente più basso rispetto alla massa vetrosa ed alle altre fasi cristalline (Figura 3).
In alcuni campioni sono stati individuati granuli di maggiori dimensioni, dal profilo assai irregolare che presentano al loro interno porzioni più chiare costituite principalmente da Pb e Sn (relitti di "fritta").

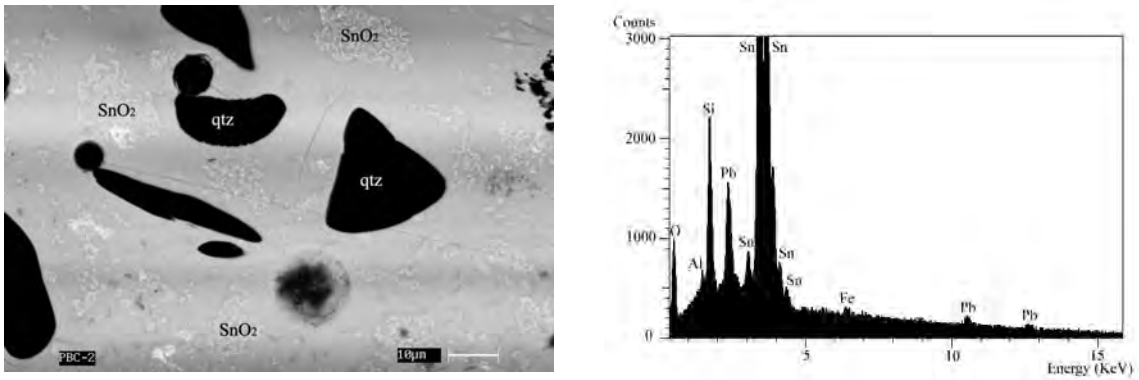


Figura 3. Granuli "relitti" subarrotondati di quarzo (basso coefficiente di retrodiffusione) circondati da grumi di microcristalli di cassiterite (SnO_2). A destra analisi puntuale EDS dei grumi di ossido di stagno.

Talora (frammento di smalto verde chiaro prelevato nella Chiesa dell'Udienza) è stato notato lo sviluppo di cristalli euedrali di ossido di piombo con habitus ortorombico (massicot) segregati come fasi di neoformazione durante il raffreddamento (Figura 4). In questo caso, molto probabilmente, il piombo era stato mescolato con la sabbia quarzosa in quantità sovrabbondanti rispetto alla sua solubilità nella fase vetrosa.
Ulteriori osservazioni hanno permesso di evidenziare delle interessanti strutture da raffreddamento rapido isobarico (*"quenching")* in cristalli di neoformazione di K-feldspato, note in letteratura come "*swallow tail* e *hollow feldspar"* (Figura 5).

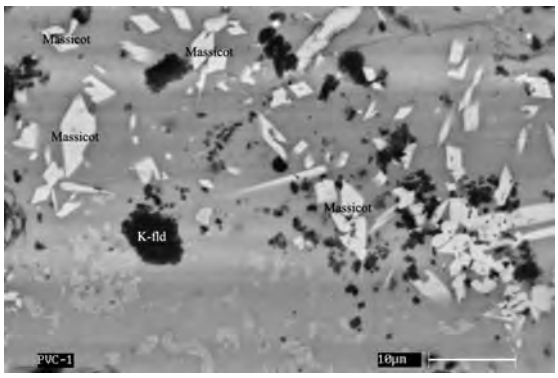


Figura 4. Cristalli euedrali di massicot (PbO, fase ortorombica) formati per segregazione.

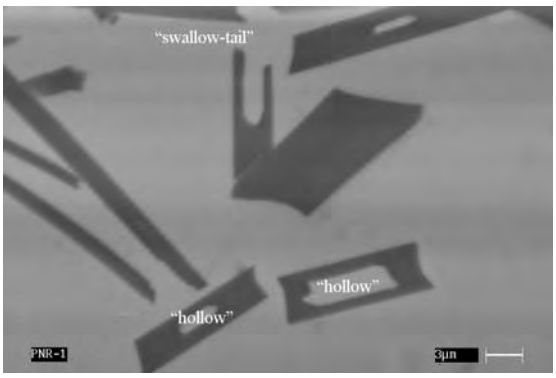


Figura 5. Cristalli di feldspato potassico con microstrutture "*swallow tail*" ed "*hollow*".

Interfaccia corpo ceramico - rivestimento

La zona di reazione tra corpo ceramico e smalto è solitamente poco pronunciata, infatti, il suo spessore non supera mai i 10-30 µm e il suo sviluppo dipende da numerosi fattori quali la temperatura di seconda cottura, la velocità di raffreddamento e le differenze composizionali tra i due livelli. In tale zona si nota la presenza di fasi mineralogiche di neoformazione quali Ca-pirosseno (Figura 6), K-feldspato e mullite ($3Al_2O_3.2SiO_2$). Spesso l'intreccio dei microliti di feldspato alcalino e di fase vetrosa interstiziale va a costituire una tipica microstruttura intersertale (Figura 7).

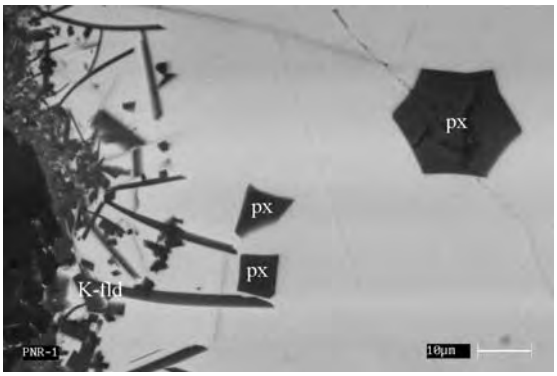


Figura 6. Fasi mineralogiche di neoformazione all'interfaccia: pirosseno e K-feldspato.

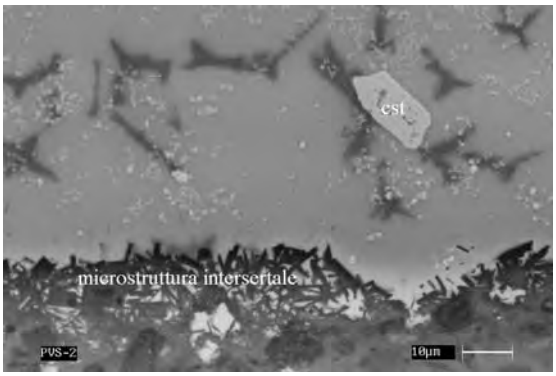


Figura 7. Microstruttura intersertale: intreccio di microliti di feldspato alcalino e matrice vetrosa.

Un'altra microstruttura evidenziata durante le osservazioni al SEM è data dalla coalescenza di bolle per rilascio di componenti volatili da parte del corpo ceramico durante la seconda cottura, nella quale sono stati evidentemente superati i 950 °C (T max raggiunta al "primo fuoco"). Le bolle di gas, in questo caso, non sono riuscite a risalire in superficie e tale fenomeno provoca la formazione cavità emisferiche (Figura 8). Notata anche la presenza di depositi secondari, localizzati all'interno delle cavillature, costituiti da fosfato di calcio (Figura 9).

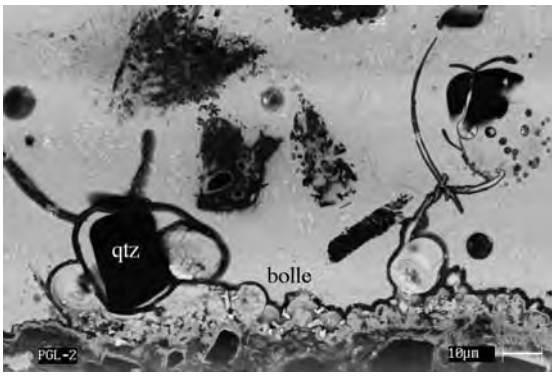


Figura 8. Coalescenza di bolle di degassamento.

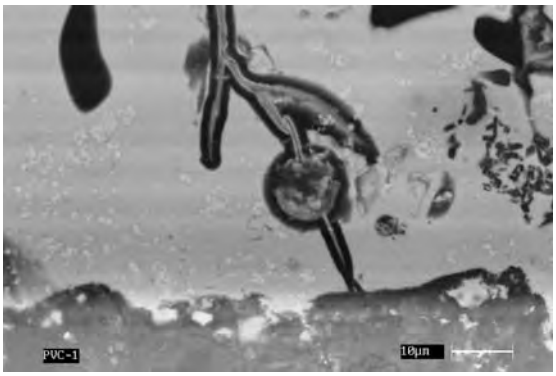


Figura 9. Depositi secondari di fosfato di calcio all'interno di cavillature.

Pigmenti

Come mostrato in Tabella 1, tra i pigmenti rilevati mediante le analisi puntuale EDS si evidenzia l'uso dell'ossido di rame per il verde, dell'ossido di cobalto per l'azzurro, degli ossidi di ferro e manganese per il nero e degli ossidi di piombo e antimonio per il giallo.

Tabella 1

COLORE	ELEMENTI PIGMENTANTI (rilevati mediante analisi EDS)
Bianco	Sn, Pb
Giallo	Sb, Pb [$Pb_3(SbO_4)_2$, antimoniato di piombo - giallo di Napoli]
Nero	Mn, Fe
Azzurro	Sn, Co
Verde chiaro	Fe, Cu
Verde scuro	Cu, Fe

Gli elementi pigmentanti sono concentrati, come ovvio, nella parte più esterna del rivestimento, in genere sino ad una profondità di circa 20 μm. Per esempio, nelle decorazioni in giallo sono state evidenziate particelle di antimoniato di piombo [$Pb_3(SbO_4)_2$] aventi dimensioni variabili tra 1 e 3 μm, finemente disperse nella massa vetrosa (Figura 10). Nelle decorazioni in verde, è stata rilevata la presenza di rame aggiunto in piccole quantità e, in genere completamente solubilizzato nella fase vetrosa. Tuttavia, in taluni casi, le osservazioni al SEM hanno altresì messo in evidenza essoluzioni dendritiche (arborescenti) di ossido di rame certamente derivanti da quantità in eccesso e da un raffreddamento troppo rapido del manufatto (Figura 11).

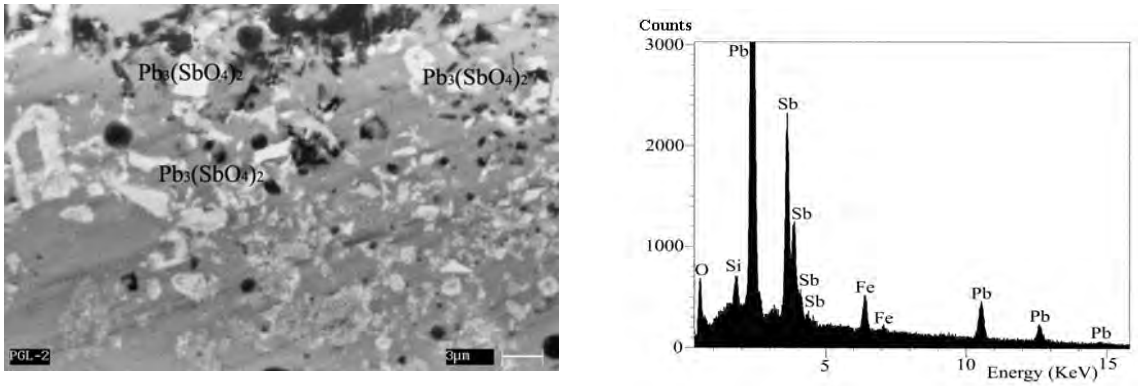


Figura 10. Particelle di antimoniato di piombo finemente disperse nella massa vetrosa. A destra analisi puntuale EDS dei cristalli di antimoniato di piombo.

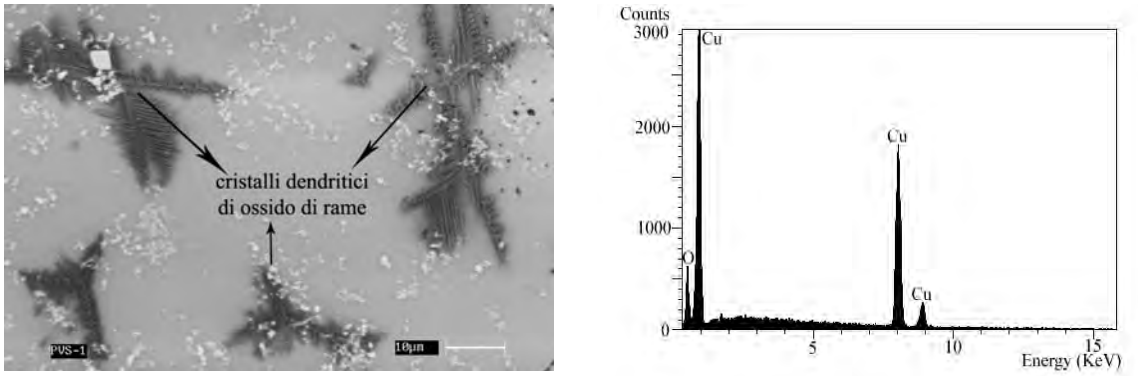


Figura 11. Essoluzioni dendritiche di ossido di rame ed analisi puntuale EDS (a destra).

Conclusioni

I risultati delle indagini microscopiche effettuate sulle mattonelle maiolicate utilizzate per la pavimentazione di alcune tra le più importanti chiese di Polizzi Generosa, tutte di rilevante interesse storico-artistico, hanno permesso di formulare alcune considerazioni relative alla tecnologia di produzione e di meglio comprendere i fenomeni di degrado presenti.
Mediante le analisi microstrutturali (SEM-BSEI) e chimiche (EDS qualitativo) è stato possibile stabilire che lo smalto vitreo piombifero ("*lead-glaze*") è stato opacizzato con ossido di stagno. Questo composto è l'opacizzante usato più frequentemente negli smalti antichi e, generalmente, si ritrova sotto forma cristallina (cassiterite). Come noto dalla letteratura specialistica, la cassiterite originariamente aggiunta nella "fritta", durante la seconda cottura, prima reagisce con il silicato di piombo che si forma già a partire da 600-650 °C. Quindi, il silicato di piombo fonde e l'ossido di stagno va in soluzione per ricristallizzare nuovamente, come cassiterite a 700-750 °C, e poi rimanere stabile fino a circa 1200 °C (Tite *et al.*, 1998; Molera *et al.*, 1999; Viti *et al.*, 2003).
In generale, uno smalto vitreo piombifero opacizzato con stagno è da considerare un materiale eterogeneo. Disperse nella matrice vetrosa sono infatti presenti numerose inclusioni, rappresentate sia da "relitti" delle materie prime che da fasi di neoformazione. In conseguenza, la matrice vetrosa, nel complesso, risulta caratterizzata da "difetti", come bollosità e cavillature, peraltro distribuite in modo eterogeneo, che certamente possono agevolare sia l'insorgere di molti dei fenomeni di degrado riscontrati che accelerare la loro cinetica. Inoltre, la presenza di specifiche microstrutture, sia all'interfaccia che entro il livello di smalto, è certamente da considerare come un'evidenza di un controllo non sufficientemente adeguato delle temperature di cottura al secondo fuoco, come anche della fase di raffreddamento o di formulazioni sbagliate dei componenti principali quali PbO, ed SnO_2 e degli ossidi pigmentanti.
Per ciò che riguarda i pigmenti, i risultati ottenuti per le produzioni madonite sono in accettabile accordo con quanto rilevato da studi precedenti in manifatture coeve di altri centri siciliani (Caltagirone), dove sono stati riscontrati gli utilizzi di ossido di rame per ottenere la colorazione verde e di antimoniato di piombo (noto anche come Giallo di Napoli) per ottenere la colorazione gialla (Alaimo *et al.*, 2004).

BIBLIOGRAFIA

1. Alaimo, R., Bultrini, G., Fragalà, I., Giarrusso, R., Iliopoulos, I., Montana, G. (2004a). "*Archaeometry of Sicilian glazed pottery*". Applied Physics A, 79, 221-227.
2. Alaimo, R., Bultrini, G., Fragalà, I., Giarrusso, R., Montana, G. (2004b). "*Microchemical and microstructural characteriazation of medieval and post-medieval ceramic glaze coatings*". Applied Physics A, 79, 263-272.
3.Cau Ontiveros, M.A., Day P.M. & Montana G., 2002 "*Secondary calcite in archeological ceramics: evalutation of alteration and contamination processes by thin section study. In "Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics*". Edited by V. Kilikoglou, A. Hein, Y. Maniatis. British Archaeological Reports (BAR), International Series 1011, p. 9-18.
4. Daidone R., 2005 "*Ceramica Siciliana, autori e opere dal XV al XX secolo*". Kalòs Editore, Palermo.
5. Gambaro, T., a cura di, 1998. "*La ceramica di Collesano dal XVII secolo a oggi*". Flaccovio Editore, Palermo.
6. Molera, J., Pradell, T., Salvado, L., Vendrell-Saz, M., 1999. "*Evidences of tin oxide recrystallization in opacified lead glazes*". Journal of American Ceramic Society, 82, 2871-2875.
7. Montana G., Lavore, A.T., Polito A.M., (2006). "*Il contributo dell'archeometria alla ricostruzione della cultura materiale: la produzione ceramica nelle alte Madonie (Sicilia centro-settentrionale).* Atti del IV Congresso AIAr (Associazione Italiana di Archeometria), Pisa 1-3 Febbraio 2006, Patron Editore, Bologna, 477-491.
8. Ragona, A., 1985. "*La maiolica siciliana dall'origine all'ottocento*". Edizioni Sellerio, Palermo.
9. Termotto R., 2005. "*Per una storia della ceramica di Collesano*". Mediterranea – Ricerche Storiche, Anno II, 5. Istituto Internazionale di Storia Economica "F. Datini", 439-474.
10. Tite, M. S., Freestone, I., Mason, R., Molera, J., Vendrell-Saz, M., and Wood, N., 1998, "*Review article—lead glazes in antiquity—methods of production and reasons for use"*. Archaeometry, 40, 241–260.
11. Viti, C., Borgia, I., Brunetti, B., Sgamellotti, A., Mellini, M., 2003. "*Microtexture and microchemistry of glaze and pigments in Italian Renaissance pottery from Gubbio and Deruta*". Journal of Cultural Heritage, 4, 199-210.

LA CAPPELLA DI SCALEA: "LO STATO DELL'ARTE" DI UNA PREZIOSA TESTIMONIANZA BIZANTINA NELLA CALABRIA SETTENTRIONALE

Chiara Arcidiacono[*] , Fabiano Ferrucci[*], Maria Letizia Amadori[**], Rosa Anna Filice[***]

[*] Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Laboratorio di restauro; fabiano.ferrucci@fastwebnet.it
[**] Università degli Studi di Urbino Carlo Bo, Istituto di Scienze Chimiche; m.letizia@uniurb.it
[***] Soprintendenza per il Patrimonio Storico, Artistico ed Etnoantropologico della Calabria

Abstract

Il presente contributo vuole portare l'attenzione su un piccolo, ma raro e prezioso, edificio che sopravvive nel centro storico di Scalea, sulla costa tirrenica calabrese.
La cappella, dapprima dimora di monaci profughi sfuggiti alle incursioni musulmane, fu in seguito adibita a sanatorio per malarici, a trappeto ed, infine, fu del tutto abbandonata e riscoperta nel 1950, completamente nascosta dai rifiuti e deturpata a seguito delle calamità naturali e degli atti vandalici.
Si tratta di una cappella di proprietà privata, dal 1952 vincolata ai sensi della legge n. 1089/39. Sulla porta in legno dell'immobile, dietro un'inferriata chiusa con lucchetto, un cartello scritto a mano con vernice recita: "*La cappella bizantina per visitarla rivolgersi alla fam. Grisolia"*.
Attualmente la cappella presenta gravi fenomeni di degrado, non solo riguardanti i dipinti murali (su cui mai si è intervenuti con un restauro integrale), ma che interessano anche la struttura architettonica, le cui condizioni sembrano essersi ulteriormente aggravate negli ultimi anni. L'unico intervento di restauro
strutturale fu effettuato nel 1975.
L'apparato pittorico ed iconografico è una testimonianza di estremo interesse per comprendere ciò che fu la cultura bizantina nella Calabria settentrionale. Tuttavia, la frammentarietà dei dipinti non consente una facile datazione. All'interno della cappella sono presenti almeno tre distinti livelli di intonaco: la datazione dello strato più antico potrebbe essere riferibile all'VIII-IX secolo; il secondo strato è databile al IX-X secolo; quello recente potrebbe risalire al XI-XII secolo.
I dipinti, che ancora sono parzialmente coperti da scialbature, sembrerebbero eseguiti ad affresco ed a mezzo fresco, con finiture a calce.
L'incertezza della tecnica esecutiva e la necessità di indagare le forme di alterazione ha reso opportuna l'esecuzione di una serie di indagini diagnostiche preliminari, quali: osservazioni minero-petrografiche al microscopio ottico, analisi in diffrattometria di raggi X, osservazioni morfologiche e strutturali al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda elettronica (EDS), analisi in spettrofotometria infrarossa in trasformata Fourier (FT-IR).

La struttura architettonica ed i dipinti

La cappella bizantina dello "Spedale" ha pianta rettangolare (10 m circa di lunghezza e 4,30 m di larghezza), con ingresso laterale, un'abside centrale (diametro 1,75 m) e con due absidiole laterali, incavate nel muro perimetrale, che avrebbero dovuto contenere rispettivamente la *prothesis* affiancata alla parete sinistra ed il *diakomikon* alla parete destra.
Adiacente alla pianta rettangolare dell'XI secolo, è presente un vano della stessa lunghezza, largo 2,50 m circa, aggiunto probabilmente in epoca più tarda **[1] (**Figg. 1 e 2).
Nella seconda metà del Novecento, i dipinti, dopo esser stati liberati dallo strato di calce che li copriva e dopo lo sgombero dei rifiuti dal fabbricato, furono studiati da storici dell'arte, al fine di comprenderne la datazione, le caratteristiche stilistiche ed iconografiche.
L'apparato pittorico, seppur frammentario, si dimostrò quale esempio di estrema importanza per comprendere ciò che fu l'arte bizantina nella Calabria Settentrionale.
All'interno della cappella sono presenti almeno tre distinti livelli di intonaco: da valutazioni di tipo stilistico ed iconografico sembrerebbe che la datazione dello strato più antico sia riferibile all'VIII-IX; il secondo strato è databile al IX-X secolo; quello recente potrebbe risalire al X-XII secolo.**[2]**



Figura 1 – Cappella dello Spedale, parete absidale.



Figura 2 – Semicatino absidale

I dipinti, ancora oggi parzialmente coperti da scialbature, sembrerebbero eseguiti ad affresco ed a mezzo fresco con finiture a calce.
La parete absidale ospita una presunta *Deesis* all'interno del semicatino, un ciclo di figure iconiche che si protraggono per tutta la parete ed una *Annunciazione.* Partendo dalle figure meglio conservate e dunque di maggior risalto del semicatino absidale sono campite, su un intonaco unitario, cinque figure di Santi Vescovi tra cui: al centro *S. Nicola* assiso in trono con al fianco destro *S. Giovanni Crisostomo*, del quale rimane ancora l'iscrizione in greco del nome ed al suo lato sinistro forse *S. Basilio*. All'estremità due santi Vescovi non identificati.
L'icona di S. Nicola risulta dominante poiché l'unica figura ad essere seduta in trono. Al di sopra dei Santi, sempre nel semicatino, è affrescata la *Deesis* con al centro ciò che resta di un *Cristo Pantocrator* con alla sinistra la *Vergine Madre* e con alla destra probabilmente *Giovanni Battista* in posa analoga.
Il Santo raffigurato nell'absidiola di sinistra, purtroppo poco riconoscibile dal cattivo stato di conservazione, potrebbe essere *S. Nilo da Rossano*, maestro di *S. Fantino Iuniore*, situato nella nicchia destra, poiché indossa un tipico abito monastico con copricapo. La figura sovrastante la nicchia di *S.Fantino Iuniore* è identificata con il profeta *Ezechiele* il quale tiene nella mano destra un cartiglio con un'iscrizione, oggi persa a causa del progredire del degrado.
Al fianco del profeta, sulla sinistra, si contraddistingue dall'iscrizione in greco il martire *Lorenzo,* uno dei santi più venerati nel mondo cristiano dal IV secolo in poi. La sua collocazione rispecchia quella dei canoni dell'arte bizantina: accanto ai diaconi o a S. Giovanni Evangelista presso l'abside centrale.
Sovrastante la parete meglio conservata, dunque quella sinistra, un ampio frammento mostra un prato dove poggiano due figure monumentali, forse una *Annunciazione* facente parte di un ciclo cristologico che si estendeva sulla parete meridionale.
Nella parete inferiore del semicatino absidale ed in quella inferiore della presunta *Annunciazione* rimangono dei frammenti di una larga fascia bicolore, in giallo ed in rosso, filettata con bianco di calce.
Sul finire degli anni Settanta, durante i lavori di ripristino della cappella dello Spedale, venne scoperta sulla parete di ponente, partendo dalla parete absidale, una figura acefala di un *Santo Vescovo* ieracizzato.
Adiacenti a questa figura di Santo, nella medesima parete, sono presenti una serie di frammenti tra cui forse la figura di S. Pietro. La leggibilità dei dipinti della parete di ponente rimane comunque un'impresa difficile a causa dell'eccessiva frammentarietà.
Anche il muro monoabsidato presenta una molteplicità di strati e di motivi iconografici databili a differenti epoche storiche.
Partendo dall'angolo in alto adiacente alla parete absidale, è possibile riconoscere nella figura di un Santo dai grandi occhi spalancati pertinente allo strato più antico. Si scorge poi una testa aureolata di tre quarti e dallo sguardo agghiacciante, situata tra le corna di un cervo. L'immagine è riferibile alla *Visione di S.Eustachio,* comprendente scene bucoliche e pastorali, oltre ad un'icona con bambino. **[3]**

Sovrastante la *Visione di S. Eustachio* è possibile identificare un secondo strato comprendente un *S.Nicola* ed un *S. Giovanni Battista.* L'intonaco, in corrispondenza di quest'ultima figura, è picconato, probabilmente per aggiungervi le figure del III strato. Oltre alle figure scalpellate s'intravede anche una figura di *Santa,* lievemente sottostante le più antiche rappresentazioni pastorali, la quale è situata al di sotto di ciò che rimane di un panneggio appartenente ad una fase successiva. Accanto al *S. Nicola*, il cui intonaco reca i segni di picconature, vi è un ulteriore *S. Nicola* dalla policromia più accesa e da uno stile prettamente Trecentesco. **[4]**

Vicende legislative

Nel 1952, il Soprintendente ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria decise di sottoporre a vincolo la cappella dello Spedale, ai sensi dell'Art. 2 della legge 1089 del 1 Giugno 1939.
Il fabbricato, risultante come particella 142 del mappale numero 6, fu riconosciuto "di interesse particolarmente importante". La dichiarazione fu notificata dal Ministero dell'Educazione Nazionale e trascritta, attraverso una nota, presso i registri della conservatoria dei registri immobiliari, da parte della Soprintendenza ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria in Cosenza. Da questo momento inizia una lunga e complessa storia giuridica e amministrativa, che vede come protagonisti i proprietari della cappella di S. Nicola, il Comune di Scalea e la Soprintendenza ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria. **[5]**
Agli inizi degli anni sessanta, il Soprintendente ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria consigliò l'esproprio e l'acquisizione da parte del Ministero della Pubblica Istruzione.
Anni più tardi il Ministero della Pubblica Istruzione chiese al Soprintendente ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria di poter conoscere le pretese del proprietario, il valore economico definito dall'Ufficio Tecnico Erariale competente ed i modi di utilizzo dell'immobile, dopo l'eventuale acquisizione da parte dello Stato.
Il Soprintendente, dopo aver ricevuto dal proprietario e dall'Ufficio Tecnico Erariale la valutazione economica della cappella, comunicò al Ministero della Pubblica Istruzione, nell'inverno del 1964, le discordanti somme dichiarate dal Sig. Grisolia e dall'U.T.E.
Con lettera del 4 Gennaio del 1965, il Ministero chiese alla Soprintendenza le motivazioni per le quali il proprietario aveva valutato l'immobile in £ 8.000 al m^2, oltre il valore degli affreschi, mentre l'U.T.E.aveva indicato come prezzo unitario all'acquisto dell'immobile £ 500 al m^2.
Il Soprintendente replicò al Ministero che, a causa dell'impossibilità di trattative d'acquisto con il proprietario, la soluzione ultima risultava essere o l'esproprio dell'immobile da parte dello Stato, oppure l'acquisizione da parte del Comune di Scalea, allo scopo di accelerare i tempi per il restauro e di adibire, quanto prima, la chiesa a museo locale.
Tra i documenti presi in esame vi è anche la raccomandata del 26 Aprile del 1967, nella quale un artista locale, Gennaro Serra, comunica al Soprintendente il ritrovamento, nella cappella bizantina, di frammenti affrescati e richiede un sopralluogo per poter esaminare il problema del rifacimento della copertura dell'immobile.
Il 27 Agosto 1975, a seguito del sopralluogo effettuato dall'ingegnere Pietro Tarsia, tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici, si stabilì la chiusura al transito della zona limitrofa alla cappella, poiché essa era priva di copertura e con i muri pericolanti.
Per tale ragione, il 4 Settembre 1975, il Soprintendente ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria Giuliano Greci ordinò la chiusura definitiva dell'immobile e l'obbligo del proprietario a provvedere ai lavori di restauro.
Il proprietario Renato Grisolia affermò di non avere alcuna intenzione di restaurare il fabbricato, e attestò, tramite un certificato rilasciato dal Comune di Scalea, di essere in disagiate condizioni economiche.
Il Soprintendente Giuliano Greci comunicò al Ministro per i Beni Culturali e Paesaggistici **[6]** di poter esaminare l'intera questione e di attuare un intervento urgente di restauro per £ 30.000.000.
Si arriva al mese di Maggio dell'anno 2000, quando venne pianificato un progetto di restauro approvato dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici della Calabria, ma non eseguito, forse a causa anche della complessa situazione giuridica del Bene.
L'ultimo documento, reperito presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio, datato il 28 Novembre 2001, che riguarda un sopralluogo effettuato in data 7 Novembre 2001. Nel documento è denunciato lo stato di fatiscenza in cui versa la cappella. I proprietari vengono invitati a provvedere urgentemente ai lavori di restauro del fabbricato, avvalendosi eventualmente della legge 21/12/1961 n. 1552, al fine di ottenere un contributo finanziario, a lavori ultimati, dalla Soprintendenza.

Stato di conservazione

Il fabbricato è stato scoperto nel 1950 da Gisberto Martelli.**[7],** così gli scriveva: " *Una fortunata esplorazione compiuta a Scalea nell'ottobre del 1950 fruttò larga messe di scoperte; fra queste interessa qui porre in luce quella, particolarmente notevole, di un vano rettangolare di m. 10,00 per 4,16 […]Svuotato da una parte dell'incredibile cumulo di rifiuti di ogni genere che lo riempiva quasi totalmente, potè scoprirsi il motivo terminale.*"

Il vano era privo di copertura, aggiunta solo nel 1975, dopo ripetute sollecitazioni da parte del pittore Gennaro Serra e del proprietario Renato Grisolia alla Soprintendenza ai Monumenti ed alle Gallerie della Calabria. Durante l'intervento di rifacimento della copertura sono state eliminate le travi, ormai da tempo deteriorate, che sostenevano la struttura ed è stata rimossa l'abbondante quantità di rifiuti che ricopriva in parte la cappella. Inoltre, nello stesso anno, sono state aggiunte parti di murature **[8]** per rendere maggiormente resistente l'ossatura dell'edificio, sconvolgendone, però, la conformazione originale.
A distanza di trentuno anni il fabbricato si presenta pericolante, con molteplici lesioni della muratura ed una cospicua presenza di nidificazioni di piccioni, provenienti dalle due finestre prive di infissi del vano adiacente.
E' indispensabile citare, oltremodo, la copiosa varietà della struttura muraria di base, come i differenti materiali utilizzati nelle varie epoche e la presenza di tamponamenti con malte e di chiodi, ormai ossidati, con la finalità di bloccare specifici punti del supporto oppure dell'intonaco. Nel sottosuolo della costruzione sono state ritrovate ossa umane, pertinenti probabilmente a fosse cimiteriali.
La presenza di efflorescenze, sia sulla muratura che sull'intonaco, è stata riscontrata esclusivamente sul lato sinistro della cappella, quello maggiormente esposto agli sbalzi termici poiché confinante con l'esterno. Le efflorescenze, localizzate a circa 1 m di altezza da terra, sono distribuite lungo tutta la parete laterale sinistra a diverse concentrazioni e profondità. La zona centrale è evidentemente interessata da fenomeni di decoesione e disgregazione della malta dell'intonaco causati dai cicli di cristallizzazione e di dissoluzione dei sali all'interno dei capillari. L'effetto di sbiancamento è dovuto alla migrazione e alla cristallizzazione dei sali sulla superficie esterna. All'interno della cappella sono, inoltre, presenti: umidità di condensazione originata dagli sbalzi termici di calore su pareti fredde, umidità di capillarità nei muri a contatto con il suolo umido e, in scala ridotta, umidità d'infiltrazione, dovuta all'assenza della copertura fino agli anni Settanta ed all'esposizione del muro perimetrale destro esposto alla pioggia ed al vento. La presenza di umidità ha certamente facilitato anche l'attacco biologico.
Sempre sulla parete sinistra, in corrispondenza delle efflorescenze saline, sono visibili sottili strati omogenei, identificabili come patine biologiche, aderenti alla superficie, di tonalità variabile tendente al verde, ricoperti talvolta da depositi superficiali di polvere e di escrementi di insetti. E' possibile rilevare una discreta coesione dei vari strati di intonaco al supporto murario, ma in alcune zone limitate della parete laterale sinistra e di quella absidale, la scarsa adesione ha provocato nel tempo fenomeni di sollevamento tra l'intonaco ed il supporto (fig. 3). Le lacune sono abbondanti e interessano i vari intonaci presenti a diverse profondità. Numerose sono quelle prodotte da cause di degrado naturali ed antropiche quando ancora vi era libero accesso alla cappella, perchè priva di qualsiasi tipo di protezione. Oltre alle lacune del supporto e della preparazione, sono rilevanti quelle della pellicola pittorica che provocano una mancata leggibilità degli affreschi. In zone localizzate, controluce, è anche possibile constatare la presenza di macchie sulla superficie dipinta, probabilmente trattasi di un arrangiato e sommario intervento di restauro precedente effettuato con fissativi naturali o artificiali, che causano una notevole differenziazione cromatica rispetto al colore originale. Esse sono trasparenti e lucide, situate sul secondo e, in minima parte, sul terzo strato di intonaco sul quale si trova l'affresco delle tre figure di Santi, in particolare sui panneggi, e in corrispondenza della parete laterale sinistra.
Su tutte le pareti della cappella, è possibile osservare un velo bianco di calce. I dipinti murali sono stati completamente imbiancati in epoca incerta, probabilmente a causa delle disinfezioni del fabbricato, essendo stato adibito a tappeto, o per le mutate esigenze di culto oppure per un cambiamento di gusto (fig. 4). Altro problema assai evidente è l'alterazione cromatica della superficie pittorica di alcuni pigmenti molto sensibili all'umidità. La superficie pittorica, pur avendo rilevanti problemi di alterazione e di degrado, in parte provocati dallo strato sovrastante i dipinti, si mostra alquanto resistente all'acqua ed agli altri agenti deteriogeni, conservando persino la cromia originale, intensa e luminosa, degli affreschi.

Indagini scientifiche

Data l'impossibilità di realizzare un'adeguata campagna di diagnostica sono stati prelevati quattro campioni allo scopo di ottenere elementi utili ad impostare un successivo progetto di diagnostica e restauro.
Le osservazioni al microscopio ottico in luce trasmessa e riflessa hanno permesso di comprendere la struttura e la composizione degli intonaci e delle pellicole pittoriche.
Il campione CBS2 (Fig. 5) mostra la presenza di un intonaco a legante carbonatico con aggregato costituito da frammenti di calcite spatica, calcite micritica e rare particelle di ossidi di ferro. Lo spessore massimo è di circa 1,5 mm. Sulla superficie esterna dell'intonaco è evidente un sottile strato pittorico, il cui spessore è di circa 125 μm, a base di calce con rare particelle di ocra gialla e rossa, e sopra è presente un livello opaco (di circa 10 μm), probabilmente riconducibile alla presenza di colla animale.
Nel campione CBS3 (Fig. 6), l'intonaco ha un legante carbonatico con aggregato carbonatico. All'interno sono presenti grumi di calce e particelle di ocra rossa. Lo strato pittorico, con spessore di 100 μm, è costituito da carbonato di calcio con rare particelle di ocra gialla e nero carbone. La superficie esterna mostra un livello irregolare, di circa 0,25 mm, riconducibile ad una sostanza organica, forse colla.

Il campione CBS4 presenta un intonaco, avente spessore massimo di circa 2,6 mm, con legante carbonatico e aggregato costituito da grossi frammenti di calcite spatica e micritica. Sopra l'intonaco è presente lo strato pittorico, spessore massimo di 80 μm, composto da ocra rossa e nero carbone. E', inoltre, possibile osservare un ulteriore strato a base di nero carbone e carbonato di calcio, spessore massimo di 125 μm, sul quale è situata una sottile velatura (12,5 μm). I pori sono riempiti da minerali di neoformazione (Fig. 7).
Le analisi diffrattometriche effettuate sulle efflorescenze mostrano la presenza di aftitalite, gesso e secondariamente quarzo e calcite.
Le osservazioni eseguite mediante il microscopio elettronico a scansione e la microanalisi del campione CBS4 mostrano la presenza di uno strato preparatorio caratterizzato soprattutto da calcio, magnesio e da rare particelle di silicio a conferma della presenza di un intonaco realizzato con una calce in parte magnesiaca e scarso aggregato sabbioso.
Lo strato pittorico rosso è composto principalmente da Si, Al, K, Mg e Fe a conferma dell'uso di ocra rossa (fig. 8). Il campione è rivestito da un sottile livello composto principalmente da calcio e magnesio, con tracce di titanio, presumibilmente uno scialbo aggiunto in epoca successiva.
Le analisi in spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier effettuate sul campione CBS2 mostrano la presenza di colla animale.

L'urgenza di un'intervento

Questo breve *excursus* sulle vicende della cappella evidenzia come, nonostante la normativa preveda la possibilità di interventi conservativi di tipo volontario, oppure imposti, **[9]** non si sia riusciti ancora ad oggi, a trovare una soluzione che garantisca la sopravvivenza della cappella bizantina dello "Spedale" e dei suoi dipinti.
L'unico intervento di restauro strutturale fu effettuato nel 1975. A distanza di trentadue anni la struttura architettonica si presenta pericolante ed in pessimo stato di conservazione.
L'intervento di recupero della Cappella dello Spedale, dovrà necessariamente articolarsi nel risanamento strutturale dell'edificio; nell'intervento di restauro dei dipinti; nel recupero funzionale dell'immobile.
Va bloccata l'umidità di risalita capillare, con sistemi di drenaggio o a cunicoli areati. Le aperture delle pare, ad oggi non protette, vanno dotate di infissi, per evitare la nidificazione dei piccioni e l'infiltrazione d'acqua piovana.
Al fine di evitare atti vandalici ed incivili non va sottovalutata la necessità di un allarme di sicurezza, oltre ad un allarme antincendio.
Il restauro dei dipinti si dovrà articolare in operazioni di consolidamento, pulitura, reintegrazione pittorica, manutenzione e reintegrazione virtuale.
L'operazione di consolidamento avrà lo scopo di rinforzare l'aderenza e la coesione rispettivamente della pellicola pittorica all'intonaco e dell'intonaco alla struttura muraria, al fine di evitare ulteriori cadute totali o parziali dei frammenti di dipinti.
L'eliminazione dei sali solubili individuati analiticamente, quali aftitalite e gesso, potrà essere effettuata con applicazioni di impacchi di acqua deionizzata, supportata da pasta di carta o di argilla assorbente. Andrà inoltre asportato il fissativo lucido presente sul S. Nicola della parete laterale destra.
Dato lo stato frammentario dei dipinti ed il carattere di palinsesto dell'opera, l'intervento di reintegrazione pittorica sull'opera sarà necessariamente limitato, mentre di estremo interesse scientifico e di sicura utilità didattica e divulgativa, potrebbe essere una riproposizione virtuale dei dipinti, nelle loro molteplici stratificazioni.
Il restauro virtuale potrebbe favorire l'interpretazione e comprensione dei differenti testi costituenti il palinsesto, operando non sull'originale, bensì su fotogrammi digitalizzati.
Il recupero funzionale dell'immobile può essere effettuato attraverso svariate forme: dalla trasformazione dell'immobile in una suggestiva sala di studio e di lettura, all'utilizzo del vano per rappresentazioni scenografiche riguardanti la vita monastica durante l'eparchia mercuriense, o in modi più convenzionali, quali ad esempio la realizzazione di un piccolo museo civico.
Gli strumenti presenti nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, utilizzabili al fine di risolvere le problematiche tra amministrazione pubblica e privato della cappella dello Spedale, prevedono la possibilità di stipulare delle convenzioni tra le parti, sicuramente utili ad evitare ulteriori ritardi nella risoluzione della vicenda.
Il presente contributo, lungi da voler dare facili soluzioni ad un problema annoso e complesso, sia sotto il profilo legislativo-ammministrativo che tecnico, vuole solo lanciare l'allarme sullo "stato dell'arte" di un bene prezioso, rara testimonianza di quella che fu l'eparchia mercuriense lungo i territori del Mercurion tra il IX ed il XII secolo.



Figura 5 - Residui di scialbo.



Figura 6 – Distacchi dell'intonaco.

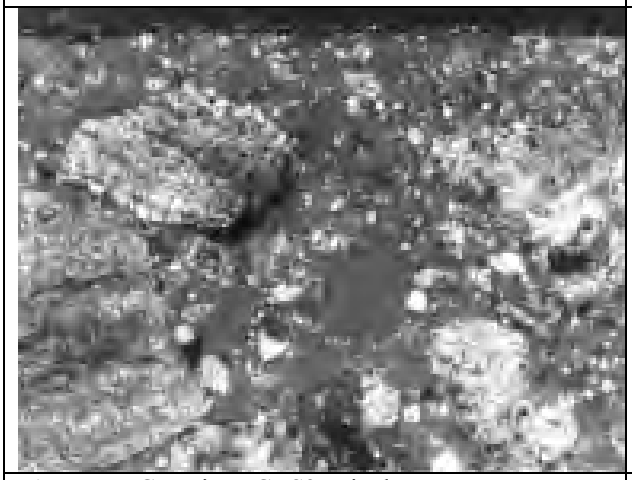


Figura 7 - Campione CBS2, Nicols +, 5x.



Figura 8 - Campione CBS3, Nicols +, 40x.

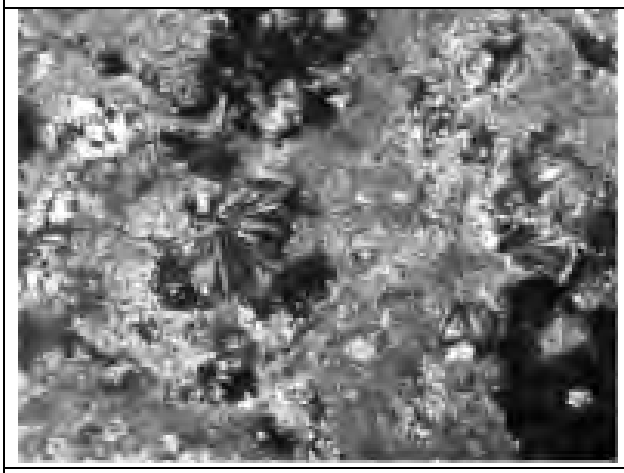


Figura 9 - Campione CBS4, Nicols +, 10x.

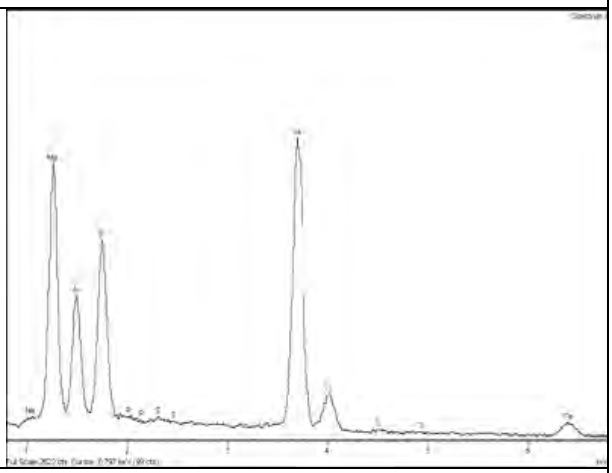


Figura 10– Spettro 4c del campione CBS4 (EDS).

NOTE

[1] Difficile valutare la quota della pavimentazione originaria, sia della cappella basiliana, sia del vano aggiunto, a causa della visibile disomogeneità del suolo dovuta a voragini di differente ampiezza nel cui interno sono stati ritrovati, nel 1967, tre teschi umani, resti di ossa ed una mascella con denti.
[2] In particolare si vedano gli studi di Maria Pia di Dario Guida e di Marina Falla Castelfranchi.
[3] Secondo la leggenda, Eustachio, da ufficiale dell'esercito di Traiano che era, si convertì al cristianesimo in seguito ad una visione nella quale gli appare, durante la battuta di caccia, un cervo che portava tra le corna una croce luminosa. Dopo aver ascoltato una voce, che gli disse che avrebbe dovuto subire numerose tribolazioni per mettere alla prova la sua fede, si fece battezzare e partì per l'Egitto insieme all'intera famiglia. Attraversando il Nilo rimase vittima, con i suoi figli, di un leone e di un lupo che gli balzarono addosso. Dopo innumerevoli peripezie, quando tutti i membri della famiglia furono miracolosamente riuniti, subirono il martirio venendo arrostiti dentro un toro di bronzo infuocato.
[4] La sovrapposizione di *S. Nicola*, di Bari oppure di Siracusa, attesta l'importanza del Santo nel programma iconografico della cappella, oltre che la profonda devozione del medesimo Santo nei territori da lui attraversati durante l'eparchia mercurianse.
[5] La ricostruzione delle vicende della cappella è avvenuta sulla base dei documenti reperiti presso le Soprintendenze per il Patrimonio Storico, Artistico e Demoetnoantropologico e per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della Calabria, tenendo conto dei riferimenti della legislazione nazionale in materia di Beni Culturali che si è susseguita dal 1939 fino all'attuale Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (decreto legislativo 22 Gennaio 2004, n. 42).
[6] Nel frangente erano nate le Regioni a statuto ordinario nel 1970 ed era stato istituito il Ministero per i Beni Culturali e Ambientali grazie al decreto legge 12 Dicembre 1974 n. 657, convertito in legge 29 Gennaio 1975 n.5.
[7] G. Martelli, *Delle chiese basiliane della Calabria e dei nuovi restauri per "la Cattolica" di Stilo*, Atti dell'VIII Congresso di studi bizantini, 11 p. 187.
[8] La tecnica di risarcitura consiste nell'integrazione delle lacune murarie tramite materiali simili agli originali, spesso riutilizzati e di pietra resistente.
[9] L'intervento conservativo volontario (Art. 31 D. Lgs. 42/2004) disciplina il restauro ad iniziativa del proprietario. Lo Stato, tramite il Soprintendente, deve esaminare il progetto e rilasciare un'autorizzazione sull'ammissibilità dell'intervento. Lo Stato, può erogare un contributo sulla spesa sostenuta dal beneficiario da corrispondere soltanto a lavori ultimati (Art. 36 D. Lgs. 42/2004).
Quanto all'intervento conservativo imposto (Art. 32 D. Lgs. 42/2004) è prevista la facoltà del Ministero (già disciplinata dalle precedenti leggi) di intervenire *ex officio* direttamente o indirettamente sul bene per l'esecuzione dei lavori necessari. In questo caso la spesa di restauro è in conto al proprietario, ma è possibile appellarsi all'Art. 34, comma 1, che afferma: "…*Se gli interventi sono di particolare rilevanza ovvero sono eseguiti su beni in uso o godimento pubblico, il Ministero può concorrere in tutto o in parte alla relativa spesa. In tal caso, determina l'ammontare dell'onere che intende sostenere e ne dà comunicazione all'interessato*".
Il Ministero concorre dunque alla spesa totale o parziale dei lavori conservativi, determinando l'ammontare dell'onere e dandone comunicazione al privato, ma elimina la condizione che il proprietario versi in condizioni economicamente disagiate, tali da non poter sostenere l'onere da rimborsare allo Stato.
Mentre la legge del 21/12/1961 n. 1552 prevedeva come intervento finanziario del Ministero solo le attività di restauro, l'Art. 35 della legge 42/2004 afferma che la facoltà di concorso alle spese comprende sia il restauro, sia le opere di prevenzione intese a "*limitare le situazioni di rischio connesse al bene culturale nel suo contesto*" al fine di poter garantire completamente la conservazione del bene.
Il Ministero, inoltre, grazie all'Art. 37, può concedere un contributo in conto interessi per ogni intervento di prevenzione, di manutenzione e di restauro effettuato dal proprietario.
A restauro ultimato, il D. Lgs. 42/2004 stabilisce infine nell'Art. 38: " *1. Gli immobili restaurati o sottoposti ad altri interventi conservativi con il consenso totale o parziale dello Stato nella spesa, o per i quali siano stati concessi contributi in conto interessi, sono resi accessibili al pubblico secondo modalità fissate, caso per caso, da appositi accordi o convenzioni da stipularsi fra il Ministero ed i singoli proprietari all'atto dell'assunzione dell'onere della spesa ai sensi dell'articolo 34 o della concessione del contributo ai sensi dell'articolo 35.*
2. Gli accordi e le convenzioni stabiliscono i limiti temporali dell'obbligo di apertura al pubblico, tenendo conto della tipologia degli interventi, del valore artistico e storico degli immobili e dei beni in essi esistenti. Accordi e convenzioni sono trasmessi, a cura del Soprintendente, al comune o alla città metropolitana nel cui territorio si trovano gli immobili".

RIFLESSIONI SUL RESTAURO DEI RUDERI E RELATIVE PROBLEMATICHE OPERATIVE

Valeria Montanari

Docente a contratto di *Restauro architettonico*, Università degli studi di Roma I "La Sapienza", Facoltà di Lettere e Filosofia, Dipartimento di Storia dell'Arte, P.le Aldo Moro, 5, 00185 Roma, 0649913409, e-mail: da.m@inwind.it

Abstract

Il processo di 'ruderizzazione' sta assumendo un ruolo sempre più preminente nel campo della fenomenologia del degrado delle architetture che per le ragioni più diverse versano in stato di abbandono. Tale tema, pertanto, offre interessanti spunti di riflessione e di approfondimento critico, sia dal punto di vista dello studio della durabilità come pure della moderna percezione delle rovine e dei ruderi; aspetti rivolti, insieme, al decadimento materico ed alle potenzialità estetiche espresse.
Per "rudero", scrive Cesare Brandi, s'intende "ciò che testimonia della storia umana, ma in un aspetto assai diverso e quasi irriconoscibile rispetto a quello precedentemente rivestito".
Dall'osservazione delle architetture allo stato di rudere, il cui serrato dialogo attivatosi con il paesaggio va necessariamente assunto come elemento acquisito e determinante al fine di percepirne il valore attuale, è possibile compiere una prima lettura dell'intero percorso di decadimento ed anche cogliere utili informazioni sul loro processo di realizzazione e trasformazione nel tempo. Da tali dati documentari, anche se non esaustivi, dovranno essere assunte le informazioni indispensabile per la definizione di un qualsiasi intervento conservativo.
Le rovine, riconsegnati con il restauro i resti al patrimonio, si rivelano in tal modo come singolari occasioni per riscoprire l'infinita complessità del reale, nella sua continua evoluzione e mutazione.
La sensibilità contemporanea è senza dubbio più incline rispetto al passato a percepire, anche nel restauro dei ruderi, la forte valenza estetica che giunge, in alcuni casi, a giustificare interventi che superano oltremodo il concetto di 'minimo intervento'. Ciò porta a considerare, anche se in maniera limitata, la questione della 'rilettura' dell'organismo architettonico frammentario, con soluzioni che si spingono aldilà delle sole sistemazioni ambientali, e più disposte ad accogliere, nell'intervento di conservazione dei ruderi, anche lo studio di quelle integrazioni atte a soddisfare le valenze guidate dall'esteticità.

Introduzione

L'attenzione crescente che in questi ultimi anni è stata dedicata al restauro degli edifici allo stato di rudere, sempre più coinvolti in operazioni edilizie, denota una variata sensibilità nei confronti di tali manufatti; questa è oggi maggiormente incline, rispetto al passato, a considerare, nell'intervento, anche i residui aspetti estetico-formali, cioè quelli derivanti dal linguaggio architettonico ancora espresso dalla preesistenza e, in quanto tali, svincolati dal sentimento innescato dalla contemplazione della stessa. Sentimento frutto di quell'esteticità aggiunta insita nel processo di decadimento il cui apprezzamento ha radici nel romanticismo ottocentesco.
Ciò porta a considerare, anche se in maniera limitata, la questione della 'rilettura' dell'organismo architettonico frammentario, con soluzioni che si spingono oltre le sole sistemazioni ambientali, dettate dall'istanza storica, perché più disposte ad accogliere, nell'intervento di conservazione dei ruderi, anche proposte indirizzate a soddisfare le valenze proprie dell'istanza estetica. Questo atteggiamento è incoraggiato anche da un sentimento meno restrittivo nei confronti del principio del 'minimo intervento'; condizione basilare invece in un restauro che si definisca tale, che vede nel panorama attuale delinearsi con maggior vigore interventi che sottendono, sovente, l'esclusione del giudizio critico nella valutazione della preesistenza.
Sulla rovina accidentale si propongono ancora oggi, con grande facilità, soluzioni *à l'identique*, o comunque si ricerca nell'operazione progettuale una figuratività architettonica simile all'originaria, giustificata, come in passato, dalla volontà di cancellare, o attutire, il ricordo di un evento disastroso, sulla scia di un'ormai consolidata 'istanza psicologica'; la rovina storica invece, quella provocata dal lento lavorio del tempo, s'inserisce nella nuova progettazione, spinta oltre il solo 'intervento indiretto' auspicato da Brandi, ed è spesso relegata a rimanerne elemento estraneo.
Tuttavia fra tali estremi è possibile individuare diverse posizioni scientifiche che con varie sfumature tentano di confrontarsi con la preesistenza-rudere, consapevoli proprio del mutato valore percettivo che oggi questa ha assunto, richiedendo maggior coinvolgimento dell'azione progettuale.
Per comprendere se il processo operativo innescato dall'odierna sensibilità nei confronti dei ruderi conduca o meno ad interventi compresi nella sfera del restauro architettonico, che quindi ne seguano i moderni principi, è bene evidenziare, se pur per linee generali, il percorso di tale mutazione.

Il sentire contemporaneo che ci rende capaci d'apprezzare l'incompleto (come ricorda Giovanni Carbonara: "il frammento in quanto tale e nei valori estetici 'secondi' apportati, nel corso dei secoli, dalla natura e, in certi casi, dall'uomo") ha chiare radici nel movimento romantico e nello storicismo ottocentesco, mediato dalle acquisizioni già presenti in epoca più antica (nell'Umanesimo, attraverso le opere letterarie, poi nel Rinascimento con i primi studi sistematici rivolti direttamente all'antico e, infine, durante il Settecento grazie alle importanti scoperte archeologiche avviate con apposite campagne di scavo). Verrà via via a maturazione la percezione del distacco temporale, e non solo, dalle opere del passato, considerate 'concluse' anche nella loro frammentarietà e, in quanto portatrici di valori, degne di essere salvaguardate.



Figura 1. Roccavignale (Savona). Restauro di M. Ciarlo, 2000 (foto V. Montanari, 2004)

L'attenzione verso gli edifici allo stato di rudere

L'*Editto* del 7 aprile del 1820 redatto dal cardinal Pacca per lo Stato della Chiesa, è comunemente considerato dalla letteratura come uno dei documenti più completi per l'epoca in fatto di attenzione verso le preesistenze; preceduto da una lunga serie di altre emanazioni in tal senso, fa esplicito richiamo, riguardo agli edifici allo stato di rudere, a non inserire alcuna aggiunta, "ritocchi o inopportuni restauri", in quanto arrecherebbero solo danni "alterandone l'antichità". Questo apprezzamento per l'incompleto, ovvero il frammentario, verrà esplicitato successivamente da John Ruskin (*The seven lamps of Architecture,* London 1849) il quale nella decomposizione dell'architettura in forme vicine alla natura, divenute parti integranti del paesaggio, attraverso l'azione continua del tempo, vedrà quella "bellezza aggiunta ed accidentale [che in architettura] si trova spesso in contrasto con la conservazione del carattere originale". In piena stagione stilistica, in Francia, si assiste ad un'attenzione controcorrente nei confronti dei ruderi, che vengono percepiti da Prosper Mérimée, secondo quanto afferma Stella Casiello, come "soggetti di studio sui quali si potevano operare interventi che tenessero conto esclusivamente dell'istanza storica"; anche se poi, come nel caso dell'anfiteatro di Arles, verranno legittimate operazioni tese all'eliminazione delle stratificazioni ritenute prive di valenza storica, in favore della rilettura

della struttura più antica. In campo squisitamente letterario Francois-René de Chateaubriand (*Le génie du Christianisme*, Paris 1802), cui si deve la distinzione fra 'rovine antropiche' e rovine dovute all'opera della natura, sottolinea come queste ultime non disturbino alla vista, anzi risultino piacevoli, a differenza delle altre che invece ricordano l'evento drammatico che le ha prodotte.
Per Camillo Boito lo studio dei ruderi diviene essenziale per la comprensione degli edifici, degli elementi costruttivi, dell'anatomia della struttura; indagini valide anche per arrivare ad un'eventuale ricomposizione ma, proprio per le preziose informazioni ivi contenute, Boito conclude che "conviene serbare le rovine come si sono trovate, senza impancarsi a rimetterle insieme".
La valutazione dell'aspetto estetico indotto dal processo di trasformazione è evidenziato da Georg Simmel (*Die ruine,* in *Philosophische Kultur, Gesammelte Essais,* Leipzig 1911), secondo il quale "la rovina di una costruzione … mostra che nella scomparsa e nella distruzione dell'opera d'arte sono cresciute altre forze ed altre forme, quelle della natura, e così, da ciò che in lei vive ancora dell'arte e in ciò che in lei vive già della natura, è scaturito un nuovo intero, un'unità caratteristica". Sulla stessa linea Alois Riegl (*Der moderne Denkmalkultus, sein Wesen, sein Eutstehung*, Wien 1903) esprime il fascino che il rudere provoca nel fruitore: "le rovine diventano sempre più pittoresche, quante più parti cedono al degrado; con la dissoluzione crescente il loro 'valore dell'antico' diventa certamente sempre più ridotto, diventa cioè un valore provocato da parti che diminuiscono; per questo stesso motivo, però, è sempre più intenso, cioè i frammenti che restano producono un effetto più efficace sull'osservatore", anche se "un semplice mucchio di sassi non è sufficiente per offrire un 'valore dell'antico': ci deve essere almeno ancora una traccia … di un divenire che sopravvive".
Dalla presa di coscienza dei valori insiti negli edifici allo stato di rudere, grazie anche al fermento letterario in tal senso, deriva la volontà operativa di non alterarne inutilmente il carattere durante le operazioni tese alla loro salvaguardia. La Carta di Atene del 1931, influenzata dagli apporti culturali italiani, specie di Gustavo Giovannoni, riporta che "quanto si tratta di rovine, una conservazione scrupolosa s'impone e, quando le condizioni lo permettono, è opera felice il rimettere in posto gli elementi originali ritrovati (anastilosi); ed i materiali nuovi a questo scopo dovranno essere riconoscibili". Già Boito nel 1893, in *Questioni pratiche e di Belle Arti*, classificando gli interventi in categorie che riflettevano l'epoca e il tipo di monumento, per il restauro archeologico ammetteva solo operazioni di conservazione e anastilosi; questa indicazione riflette, del resto, quanto espresso in precedenza nel documento votato al IV Congresso degli architetti e ingegneri italiani tenuto nel 1883, nel quale per i "monumenti che traggono la loro bellezza da marmi, mosaici, dipinti, nonché dagli stessi segni del tempo" si raccomandano solo "opere di consolidamento … ridotte al minimo indispensabile". Le norme per il restauro dei monumenti espresse dal Consiglio Superiore per le Antichità e Belle Arti, più note come Carta italiana del restauro (1932), in linea con le conclusioni della Conferenza di Atene, riguardo ai monumenti "lontani ormai dai nostri usi e dalla nostra civiltà, come sono i monumenti antichi", per i quali è da escludersi ogni completamento, nell'operazione di anastilosi, l'unica ammessa, considerano l'eventuale aggiunta di "elementi neutri che rappresentino il minimo necessario per integrare la linea e assicurare le condizioni di conservazione".
Tale percorso teoretico risente anche dell'esperienza svolta nel campo prettamente operativo Dalla seconda metà dell'Ottocento si assiste, specie in ambiente romano, ma non solo, alla volontà di restituire ai monumenti antichi la loro volumetria originaria con opere di sostegno che, a differenza degli speroni e dei contrafforti, ne ripropongano le linee architettoniche sebbene con materiale diverso e con elementi semplificati (così come indicato dalle note degli ispettori francesi inviati a Roma all'inizio del XIX secolo, in periodo napoleonico); in ciò rispettando quel nuovo sentire incapace di godere dell'opera mutila. Per quanto riguarda invece le piccole integrazioni, sulle quali non vi erano dubbi circa la loro consistenza originaria, l'indirizzo fu quello di operare in forma mimetica, proprio per non ledere la figuratività d'insieme. Tale prassi operativa, qui esemplificata solo in campo archeologico ma estendibile al più generale ambito architettonico, da ricondursi all'indirizzo metodologico che la critica architettonica indicherà come 'restauro storico', dopo l'Unità d'Italia verrà ufficializzata attraverso le indicazioni ministeriali del 1882, meglio note come Circolare Fiorelli. Dall'inizio del Novecento, grazie anche alle acquisizioni apportate dal citato Congresso Nazionale del 1883 per opera di Camillo Boito, s'inizia a considerare l'estensione del concetto di distinguibilità delle parti aggiunte rispetto alla struttura antica anche per le integrazioni di piccoli risarcimenti. Nel 1912 Gustavo Giovannoni, nella relazione presentata al "I Convegno degli Ispettori onorari dei monumenti e scavi" (pubblicata l'anno successivo nel volume *La tutela delle opere d'arte in Italia*) raccomanderà di non esagerare nell'adozione di contrasti troppo evidenti, specie sotto l'aspetto cromatico, per non invertire il risultato di unitarietà che si voleva perseguire proprio con l'integrazione; tale avvertimento verrà tuttavia in parte disatteso durante le opere di restauro realizzate nell'arco degli anni Venti e Trenta, caratterizzati da imponenti campagne di scavo e di 'liberazione'di molti monumenti d'età romana. L'evidente contrasto cromatico e materico adottato nelle soluzioni della maggior parte degli interventi realizzati al Foro romano, risulta oggi elemento precipuo del contesto ambientale, al quale s'accordano, per tonalità e materialità, anche le realizzazioni successive finalizzate a suturare il tessuto urbano.

Intorno agli anni Quaranta del Novecento arriva a maturazione, anche in ambito operativo, quanto era stato già espresso dalla letteratura riguardo alla compatibilità cromatica; verranno sperimentati e studiati anche nuovi materiali con l'intento di rendere meno violento, e quindi più in armonia, il raccordo fra antico e nuovo.
Il tema delle integrazioni in campo archeologico, riferibile anche a monumenti allo stato di rudere e appartenenti ad epoche storiche non antiche, risente, del resto, del più generale andamento della disciplina, legato alla crescente attenzione e al conseguente apprezzamento verso tutti i livelli di stratificazione presenti sulle strutture antiche. Ciò porta ad una sempre maggiore conservazione dello stato in cui il monumento si trova prima dell'intervento. Di contro si assiste ad una riduzione della volontà integrativa delle parti lacunose, le quali tendono ad essere trattate con un linguaggio architettonico in accordo con la preesistenza. Dalle integrazioni che seguivano linee schematiche, con doppio grado di distinguibilità d'inizio Novecento (materiale e di lavorazione, oppure materiale e con livelli in sottosquadro) che denunciano una chiara impostazione tardopositivista, si tende, attualmente, allo studio di suture, fra antico e nuovo, più compatibili soprattutto dal punto di vista dell'aspetto materico e cromatico; tuttavia sono ancora molte le soluzioni proposte che, rifiutando l'implicazione critica, ne ostentano un'immotivata distinguibilità, eliminando a priori un qualsiasi confronto culturale con l'opera in esame, quasi fosse possibile scegliere fra un campionario d'esempi codificati il tipo d'integrazione. Ma ciò esula dal campo del restauro, almeno così come lo s'intende oggi, in quanto ne annulla la componente teoretica e ne perde di vista lo scopo che, come recita l'articolo 9 della Carta di Venezia del 1964, è quello "di conservare e rivelare i valori formali e storici del monumento e si fonda sul rispetto della sostanza antica e delle documentazioni autentiche".



Figura 2. S. Pedro de Roda, restauro di Martinez La Peña (foto V. Montanari, 1998)

Osservazioni conclusive

Il superamento delle posizioni culturali sulle quali s'impostava il restauro 'scientifico', grazie alle acquisizioni apportate dall'estetica crociana, dal neoidealismo e dallo spiritualismo (alle quali Cesare Brandi unirà i contributi tratti dalla fenomenologia, dallo strutturalismo e, come evidenziato da diversi studiosi, anche dell'ermeneutica), permette di cogliere l'opera del passato nella sua unicità espressa proprio nella sua flagranza materica. E sarà proprio la consistenza dello stato attuale, l'espressione dei valori che ne verranno riconosciuti, a determinarne l'intervento di restauro. Questo, per le opere d'arte figurativa, si esplicherà direttamente sulla materia antica, in quanto espressione dell'opera artistica.
Nel saggio *Il restauro dell'opera d'arte secondo l'istanza della storicità*, pubblicato nel 1952 (in seguito e con diverse aggiunte inserito come capitolo nella *Teoria del restauro* del 1963), Cesare Brandi riconosce nel rudere il "limite estremo… cioè… quello in cui il sigillo formale impresso alla materia…[risulta] pressoché scomparso e il monumento stesso quasi ridotto a un residuo della materia in cui fu composto". Da ciò si deduce che nell'opera allo stato di rudere la distinzione della materia in 'aspetto' e 'struttura' diviene molto labile, in quanto il processo di trasformazione innescato dal naturale decadimento tende a far avanzare la 'materia come struttura' che diviene in tal modo 'materia come aspetto', nella quale l'immagine è rivelata dal degrado della materia stessa.

Ne deriva che ogni possibile intervento ricadrebbe sull'aspetto dell'opera, in quanto coincidenti risultano i due volti della materia di cui l'opera stessa consta; siamo propensi a credere che sia per tale singolarità che Brandi non ammetta nessun intervento 'diretto' sui ruderi, né per l'istanza storica, né per l'istanza estetica, ad eccezione del consolidamento che sembra, per lui, in questa circostanza, non dover obbedire a implicazioni critiche.
Su tale questione più voci si sono sollevate: note sono le affermazioni di Roberto Pane espresse nella *Relazione* tenuta a Venezia nel 1964 in occasione del II Congresso Internazionale del restauro, (pubblicata in *Attualità dell'ambiente antico* nel 1967), in cui si sostiene che "anche nel restauro statico del rudere interviene un criterio di valutazione e di scelta per cui l'aggiunta dovuta ad un consolidamento o la sostituzione di alcuni rocchi di colonne pongono dei problemi che ci riconducono, inevitabilmente e necessariamente, alla istanza estetica e non soltanto a quella che impone il rispetto dell'integrità del documento"; sarà quindi il giudizio critico che, di volta in volta, assegnerà la prevalenza ad una delle due istanze che in ogni intervento interagiscono simultaneamente.
Più recentemente Giovanni Urbani nel saggio *Il problema del rudere nella Teoria del restauro*, pubblicato nella raccolta di scritti *Per Cesare Brandi* nel 1988, affronta la questione sotto l'aspetto tecnico e sottolinea come l'unico intervento 'diretto' ammesso sul rudere, il consolidamento dello *status quo*, a volte, specie quando si tratti di superfici lapidee in parte ancora ricoperte da strati di finitura, costituisca "le premesse di un progresso del danno sempre più grave e complesso"; ciò in quanto "il punto debole di queste superfici è costituito proprio dalla loro discontinuità, e cioè dal fatto che sono in parte protette dallo strato di finitura, e in parte no". Dunque, con l'opera di consolidamento, "non si farebbe che introdurre un terzo o forse un quarto fattore di discontinuità" (come ad esempio la compresenza nella stessa struttura di marmo consolidato, marmo sottostate lo strato di finitura non consolidato, lacerti di finitura consolidati ecc.), con il risultato di avere "una superficie soggetta a tensioni due o tre volte superiori alle attuali". In tal modo, pare di comprendere come l'autore intenda suggerire la possibilità d'introdurre, in alcuni casi, integrazioni di parti mancanti seppur minime, in prospettiva della sola conservazione (in quanto 'imperativo morale'), anche per l'intervento sul rudere, essendo tecnicamente impossibile mantenere la condizione precedente; a meno di non considerare, sostiene ancora Urbani, esclusivamente i sistemi di protezione 'indiretta', "cioè la costruzione di un involucro o contenitore esterno al monumento". Ma tale ultima eventualità dovrà essere valutata anche sotto l'aspetto artistico in quanto incide sull'equilibrio che il rudere ha trovato con il contesto ambientale, monumentale o paesistico, nel quale si è svolto il suo processo di trasformazione e con il quale si è fuso.



Figura 3. Montmajour, abbazia di St. Maur. Restauro di R. Ricciotti, 1999 (foto V. Montanari, 2004)

Per Brandi il rudere, dal punto di vista estetico, è "ogni avanzo di opera d'arte che non possa essere ricondotto all'unità potenziale senza che l'opera divenga una copia o un falso di se medesima", così come definito dall'autore nel saggio *Il restauro secondo l'istanza estetica* del 1953, anch'esso poi ripubblicato come capitolo nella *Teoria*; ma a tale connotazione negativa si contrappone quella positiva evidenziata dalla connessione della stessa "ad un'altra opera d'arte, da cui riceve e a cui impone una speciale qualificazione spaziale, o adegua a se una data zona paesistica". Lo stato di questa seconda opera d'arte, egli sostiene, ha il diritto di prevalere se

l'ambiente "ha raggiunto ormai storicamente ed esteticamente un assestamento che non deve essere distrutto né per la storia né per l'arte". L'intervento dovrà rispettare, quindi, la nuova spazialità autonoma del monumento-rudere e sarà volto alle esigenze che favoriscano insieme "il godimento estetico e quelle richieste dalla conservazione della materia a cui è affidata", con ciò ottemperando alle indicazioni proprie del 'restauro preventivo' nel quale l'intervento indiretto, il solo, come ricordato precedentemente, ammesso da Brandi sui ruderi, trova interazione "nel predisporre le condizioni più felici per la conservazione, la visibilità, la trasmissione dell'opera al futuro; ma anche come salvaguardia delle esigenze figurative che la spazialità dell'opera produce nei riguardi della sua ambientazione".
La progettualità che da questo percorso intellettuale deriva, pur non intervenendo direttamente sul rudere (ad eccezione delle opere di consolidamento, forse unica affermazione della teoria brandiana per la quale si auspicano ulteriori approfondimenti), si mostra attenta alle sue peculiarità e sotto la guida del giudizio critico tenderà ad esplicitarsi attraverso 'segni minimi' e 'diacritici', mantenendo un sostanziale equilibrio d'insieme; quest'ultimo sarà assicurato da un *modus operandi* tendente alla compatibilità estetica (nonché materica) in cui la 'reversibilità' degli inserti, specialmente su contesti ruderizzati, verrà a garantire il carattere mai definitivo ed irrevocabile della soluzione indicata.
In tal modo si comprende come non tutti gli interventi sui ruderi possano essere considerati restauri, nel significato che oggi si riconosce al termine. Ciò avviene solo quando attraverso l'atto progettuale ci si avvicina alle peculiarità del testo architettonico antico; altrimenti si è in presenza di architettura contemporanea che utilizza la preesistenza come spunto, senza esserne vincolata; ovvero si tratta di "valorizzazione 'creativa' e [di] libera progettualità, che riduce l'antico a stimolo 'poetico' dell'architetto di turno", come recentemente puntualizzato da G. Carbonara, nel saggio *Brandi e il restauro architettonico oggi* (raccolto in *La teoria del restauro nel Novecento da Riegl a Brandi*).
Il tema del rudere si adatta più di altri nel campo del restauro, a concepire in maniera nettamente separata l'atto conservativo dello *status quo* da quello meramente progettuale, in linea con la corrente teorica definita della 'pura conservazione'. Nella formulazione di base di tale posizione culturale, come espresso da Gaetano Miarelli Mariani (1996), vi sono "puntuali riscontri nella filosofia analitica la quale – con il suo rigorismo nell'indagine scientifica, con il suo sminuzzare e ridurre a forme elementari – conduce la filosofia medesima al silenzio di fronte ai valori"; ciò porta ad operare in maniera assolutamente rispettosa nei confronti della preesistenza, della quale si esige la più rigorosa conservazione dello 'stato attuale'.
L'aggiunta del 'nuovo', attraverso un'operazione progettuale, è spesso in netto contrasto cromatico e materico con la preesistenza, nei confronti della quale non si cerca alcun dialogo. Ne consegue che possono identificarsi all'interno del campo del restauro solo quegli interventi che, qualunque sia l'accostamento con l'opera antica, non ne alterino la figuratività e la lettura dei valori precipui, anche se, in linea con il sentire odierno, si spingano oltre il minimo indispensabile alla loro comprensione.



Figura 4. Montmajour, abbazia di St. Maur, particolare. Restauro di R. Ricciotti, 1999 (foto V. Montanari, 2004)

Sempre più spesso si assiste, invece, ad operazioni che coinvolgono a pieno titolo l'opera antica nel nuovo processo formativo facendo assumere alla preesistenza, qualunque sia la sua consistenza, il valore del frammento architettonico, che finisce per essere estraniato dalla realtà voluta dalla nuova progettualità.
Si segnalano infine tutte quelle 'esercitazioni al vero' espresse direttamente sulle preesistenze allo stato di rudere che, perseguendo la sola funzione didattica, arrivano alla riproposizione della forma originaria, con un linguaggio più o meno 'compatibile', che varia dalla ripresa di stilemi antichi *tout court* alla versione degli stessi in chiave post-moderna. Ma anche quando ciò possa essere controllato in fase progettuale, e non spingersi fino a soluzioni *à l'identique*, garantendo il corollario della distinguibilità, è da considerarsi, questa, un'operazione che esula comunque dal campo del restauro architettonico, più vicina invece al ripristino ottocentesco, in quanto non implica una vera interpretazione critica nella soluzione degli elementi aggiunti Questi, anche se non direttamente 'appoggiati' alla materia antica, dovranno essere in accordo con la preesistenza, all'interno di un ampio progetto di conservazione, in sintonia con la vocazione che essa esprime attraverso il suo processo di trasformazione e la sua nuova spazialità, ovvero con l''opera d'arte seconda', avrebbe detto Brandi.

BIBLIOGRAFIA

1. Brandi Cesare, *"Teoria del restauro"*, Roma 1963; 2° ed. Torino 1977.
2. Pane Roberto, *"Attualità dell'ambiente antico"*, Firenze 1967.
3. Assunto Rosario, *"Il paesaggio e l'estetica. Natura e storia",* Napoli 1973.
4. Casiello Stella, *"Tutela e conservazione degli edifici allo stato di rudere"*, in *"Conservazione e restauro di edifici allo stato di rudere"*, "Restauro", 1974, 12 , pp. 5-48.
5. Urbani Giovanni, *"Il problema del rudere nella 'Teoria del restauro'"*, in *"Per Cesare Brandi"*, Atti del seminario, Roma 30 maggio- 1 giugno 1984, Roma 1988, pp. 59-65.
6. Russo Luigi, *"Brandi e la teoria dell'arte",* in *"Per Cesare Brandi"*, Atti del seminario 30 maggio-1 giugno 1984, Roma 1988, pp. 13-19.
7. *"Le rovine nell'immagine del territorio calabrese"*, a cura di A. Maniaci, 'Quaderno di Controspazio', Roma 1992.
8. Brandi Cesare, *"Il restauro. Teoria e pratica 1939-1986"*, a cura di M. Cordaro, Roma 1994; 2° ed. Roma 1996.

9. Miarelli Mariani Gaetano, *"Il restauro architettonico oggi: alcune considerazioni"*, Prolusione all'anno accademico 1995-96 della Scuola di Specializzazione in Restauro dei Monumenti, Università degli studi di Roma "La Sapienza", 'Quaderni, 1', Roma 1996.
10. *"La reintegrazione nel restauro archeologico dell'antico"*, Atti del seminario di studi, Paestum 11-12 aprile 1997, a cura di M. M. Segarra Lagunes, Roma 1997.
11. Carbonara Giovanni, *"Introduzione",* in *"Trattato di restauro architettonico"*, diretto da G. Carbonara, Torino 1996, vol. I.
12. Carbonara Giovanni, *"Avvicinamento al restauro"*, Napoli 1997.
13. Fancelli Paolo, *"Cesare Brandi tra autenticità e restauro"*, in *"I restauri di Assisi. La realtà dell'utopia"*, Atti del I Convegno Internazionale di Primavera sul restauro, Assisi 21-24 marzo 2001, a cura di G. Basile, 'I quaderni di Kermes', Firenze 2002, pp. 29-37.
14. Varagnoli Claudio, *"Edifici da edifici: la ricezione del passato nell'architettura italiana, 1990-2000"*, "L'industria delle costruzioni", XXXVI, 2002, 368, pp. 4-15.
15. *"Il rudere tra conservazione e reintegrazione"*, Atti del Convegno internazionale, Sassari 26-27 settembre 2003, a cura di B. Billeci, S. Gizzi, D. Scudino, Roma 2006.
16. Augé Marc, *"Le temps en ruins"*, Paris 2003; ed. it. *"Rovine e macerie. Il senso del tempo"*, Torino 2004.
17. Dezzi Bardeschi Marco, *"Lacuna, rovina, progetto"*, "'ΑΝΑΓΚΕ", n.s., 2004, 42, pp. 2-6.
18. "*Conservare il passato. Metodi ed esperienze di protezione e restauro nei siti archeologici"*, Atti del Convegno, Chieti - Pescara 25-26 settembre 2003, a cura di C. Varagnoli, Roma 2005.
19. *"La teoria del restauro nel Novecento da Riegl a Brandi"*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Viterbo 12-15 novembre 2003, a cura di M. Andaloro, Firenze 2006.
20. *"Semantica delle rovine"*, a cura di G. Tortora, Roma 2006.
21. Montanari Valeria, *"Il restauro dei ruderi. Il caso della rocca di Cascia"*, in *"La rocca di Paolo II. Archeologia, storia, restauro"*, 'I Saggi di Opus', collana del Dipartimento di Scienze, Storia dell'Architettura, Restauro e Rappresentazione dell'Università degli Studi di Chieti – Pescara (in corso di pubblicazione).

"… IN OGNI FIGURA VI SI SCORGE PROPRIO L'ANIMA" [1] IL RESTAURO DEL GRANDE AFFRESCO "LA MOLTIPLICAZIONE DEI PANI" DI BERNARDINO GATTI, DETTO IL SOJARO, NEL REFETTORIO DI SAN PIETRO AL PO A CREMONA

Alberta Carena, Alberto Fontanini, Curzio Merlo

* C.F.P. della Provincia di Cremona, via Cesari 7, 26100 Cremona, *coordinamento@cfpcremona.it*

Abstract

Il grande dipinto murale eseguito dal Sojaro nel 1552 sulle pareti del refettorio dell'ex complesso monastico nella Chiesa di San Pietro al Po a Cremona, al momento del restauro, terminato nell'anno 1999 **[2]**, conservava poche tracce superstiti dei livelli di finitura, condotti a calce o con leganti organici, risultati fragili e privi di coesione, sì da richiedere un nuovo urgente consolidamento. Per proporzionare l'intervento alle reali necessità conservative dell'opera si sono adottate metodologie e materiali che garantissero il mantenimento dei segni espressivi originari senza alterarne il valore documentario. A questo fine vennero esclusi i normali consolidanti a base di resine di sintesi, già impiegate in un restauro degli anni Sessanta, proponendo invece l'uso esclusivo di materiali inorganici, compatibili, e molto simili per composizione ai materiali originari: calci naturali prive di sali solubili e acqua di calce, immesse nella materia impoverita di legante al fine di rigenerarla. A distanza di circa otto anni dall'intervento si è ripetuto un esame ravvicinato del dipinto per valutare l'evoluzione dei fenomeni di degrado e monitorare il comportamento dei materiali impiegati, sviluppando al contempo un esame comparativo con le metodologie e i risultati del restauro che l'ha preceduto.

Introduzione

La grande scena affrescata, che misura m 8.50 x m 9.80 e racchiude ben 226 figure, riscosse sin dai primi anni successivi all'esecuzione un notevole apprezzamento, sì da essere citata non solo dalle più importanti fonti storiche cremonesi **[3]**, ma anche, già nel 1568, nella seconda edizione delle "*Vite*" del Vasari, che la definisce opera di squisita fattura e di complessa concezione, pur non mancando di osservare criticamente che il Gatti *"…la ritoccò tanto a secco ch'ella ha poi perduta tutta la sua bellezza"* (fig. 1). Al di là di questa affermazione, emblematica dei pregiudizi tecnici del trattatista, è certo che l'artista lavorò estesamente a fresco, come testimonia il ricorso a numerosissime e circoscritte giornate, alcune anche di pochi centimetri quadrati; si servì invece dell'uso della tempera per connotare i personaggi di quei dettagli e ricercate finiture che, se da un lato hanno impreziosito il dipinto, dall'altro sono stati la principale causa del suo rapido impoverimento e deperimento.



Figura 1. La moltiplicazione dei pani di Bernardino Gatti

Il dipinto, a partire dai primi decenni del XIX secolo, divenne oggetto di ciclici interventi di restauro, il primo documentato nel 1818, l'ultimo negli anni Sessanta del '900 **[4]**, che, pur non alterando sostanzialmente il dato materico dell'esecuzione, finirono per impoverirlo ulteriormente negli elaborati livelli di finitura testimoniati dal Vasari. Nel 1937 il Frosi definisce le condizioni del dipinto "non troppo eccellenti" **[5]**. Dal confronto tra le fotografie a corredo del testo, sia pure in bianco e nero e di piccolo formato, eseguite dal Fazioli, e lo stato attuale, si notano residui di stesure a secco oggi perdute. Sono chiaramente visibili le crepe dell'intonaco, apparentemente nelle stesse condizioni in cui si trovavano nel 1999. Tra il 1960 e il 1969 il dipinto del Gatti è stato nuovamente restaurato, nell'ambito degli interventi di ristrutturazione dell'intero refettorio **[6]**.
La stesura delle *giornate* segue con precisione i contorni delle figure della composizione, tanto da far pensare che il pittore abbia avuto come riferimento un disegno abbozzato sull'arriccio. Caratteristica del modo di lavorare del Sojaro è quella di inserire, fra stesure più ampie di intonaco, alcune piccole falde, non previste in origine, allo scopo di modificare in itinere la composizione. Che si tratti di pentimenti è provato dalla sovrapposizione dei margini dell' intonaco e dall'assenza delle incisioni da cartone su tali inserti (figg. 2-3).





Figure 2 e 3. Giornata d'intonaco

La successione delle stesure di fondo ha avuto inizio dal cielo per procedere verso il basso, fino al margine inferiore della composizione; al contrario, i personaggi sono stati realizzati iniziando da quelli in primo piano, per continuare con quelli sul fondo in prossimità del paesaggio.

Note di tecnica esecutiva

Nel riportare il disegno sull'intonaco, il pittore si è servito di due diversi strumenti: ha utilizzato la quadrettatura per il paesaggio e la vegetazione, mentre per posizionare le figure ha impresso la superficie attraverso il *cartone*; unica eccezione, il cane in primo piano all'estrema sinistra, riportato sull'intonaco all'interno di una griglia. La quadrettatura è stata eseguita incidendo direttamente la superficie con l'ausilio di fori guida, ottenuti con chiodi a sezione quadrata, ancora visibili lungo i punti di intersezione delle linee generali della composizione (figg. 4-5). Le linee sono state tracciate utilizzando un registro rigido ed un punteruolo, ad eccezione dei piccoli segmenti che, per l'irregolarità del segno, sembrano essere stati incisi a mano libera. La caduta degli strati di finitura ha rimesso in luce un palese ripensamento, corrispondente alla figura di spalle all'estrema sinistra, ribassata, probabilmente per motivi di ordine compositivo, di circa 23 cm rispetto alla prima stesura, di cui sono stati mantenuti inalterati proporzioni e atteggiamento **[7]**.

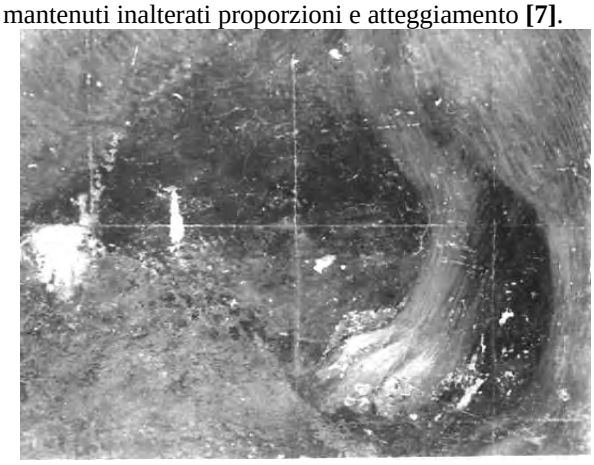



Figure 4 e 5. Tracce evidenti di quadrettatura per il riporto del disegno.

Il disegno preparatorio ad affresco ripassa al tratto, con pigmenti diversi, l'incisione ottenuta da *cartoni* molto dettagliati, generalmente rispettata nelle successive stesure di colore. Gli incarnati sono dipinti a calce, così come le lumeggiature sui panneggi delle figure in primo e secondo piano, numerosi dettagli del gruppo di astanti sul fondo e la campitura di base del cielo. Nei punti di abrasione del colore sugli incarnati, si evidenzia la presenza di uno strato preparatorio di scialbo, talvolta leggermente pigmentato, steso direttamente sull'intonaco. Alla discreta conservazione delle stesure a calce si contrappone l'estrema debolezza delle finiture, eseguite con leganti organici, in gran parte perdute (fig. 6).

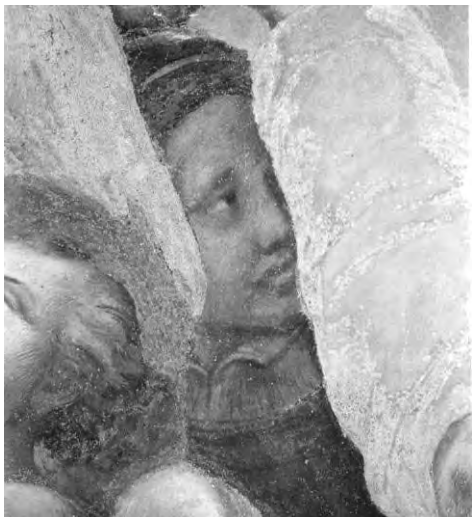
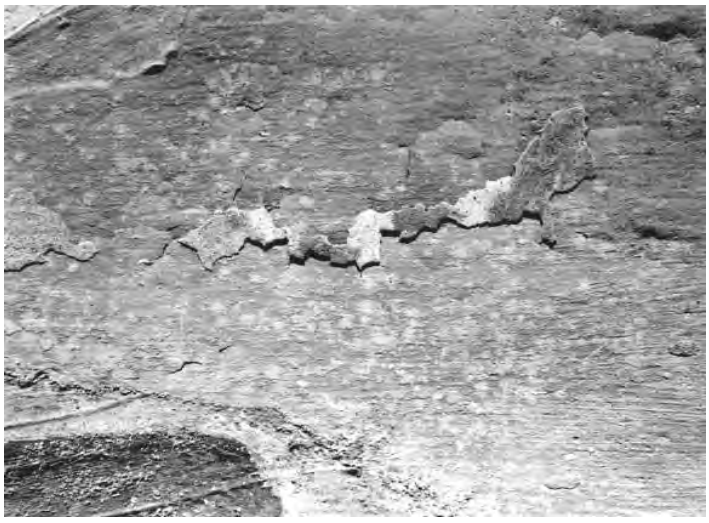



Figure 6 e 7. A sinistra livelli di finitura caduti, a destra esfoliazioni del colore.

L'osservazione diretta dei piccoli frammenti di colore superstiti nelle zone scabre dell'intonaco consente di identificare la natura di alcuni pigmenti, confermata dalle analisi microchimiche i cui esiti sono riportati in calce

alla relazione. Su alcuni panneggi è stato possibile riconoscere l'azzurrite, grazie al suo parziale viraggio in verde malachite; su altri manti si è riscontrata la presenza di un colore grigio-azzurro, dovuto all'alterazione di una originaria campitura a smaltino. La gamma cromatica comprende anche le tradizionali terre brune, rosse, gialle e verdi, variamente miscelate con i due leganti per ottenere tonalità diverse. I dettagli di colore nero intenso, come le pupille dei personaggi, sono dipinte con nero carbone stemperato in legante oleoso, riconoscibile per la corposità della pennellata e il deciso timbro cromatico. Sul basamento del "dicitore", all'estrema destra del dipinto, sono stati trovati frammenti di oro in foglia e residui di mordente giallo aranciato, tracce probabili di una decorazione ornamentale o di un'iscrizione in lamina metallica. Dal punto di vista conservativo l'intonaco presentava problemi di adesione, generalmente in corrispondenza delle numerose fessurazioni verticali visibili sulla superficie dipinta. Tramite un esame a percussione, si sono mappate tutte le aree di distacco. Non erano rilevabili danni causati da umidità di risalita o conseguenti a infiltrazioni d'acqua. L'intera superficie era interessata da piccole lacune, nella maggior parte stuccate e ritoccate nel corso del precedente restauro; si notavano inoltre alcune abrasioni accidentali. La superficie pittorica risentiva della tecnica esecutiva, in relazione alla natura del legante usato per le varie stesure. Cadute puntiformi caratterizzavano le zone condotte a calce; cadute diffuse, in qualche caso integrali, lesionavano le stesure a tempera. In particolare, sulle vesti la caduta totale delle finiture faceva emergere le sottostanti basi colorate, gli scialbi preparatori e, a volte, l'intonaco. Sollevamenti localizzati erano presenti in diverse zone: nella vegetazione, eseguita con terre verdi, arricciate e decoese; nella grande campitura di base del cielo, vicino alle ali dell'angelo di destra, lo strato di colore dato a calce si distaccava nelle stesure più corpose. Altri fenomeni di decoesione erano localizzabili soprattutto in corrispondenza delle stesure grigio-azzurre di smaltino applicato a calce sulle vesti. Il dipinto, in passato oggetto di molteplici restauri, presentava diffuse ridipinture e tracce di fissativo organico inscurito che, contraendosi, in più casi aveva provocato l'esfoliazione del colore (fig. 7).

Intervento

Il dipinto di Bernardino Gatti richiedeva un intervento di carattere prevalentemente conservativo, motivato dalla necessità di riadagiare e consolidare i diffusi sollevamenti della pellicola pittorica, nonché di monitorare e risarcire la profonda fenditura che attraversava verticalmente il dipinto, in modo da consolidare le porzioni limitrofe di intonaco pericolante. Per proporzionare l'intervento alle reali necessità conservative dell'opera si sono adottate metodologie e materiali che garantissero il mantenimento dei segni espressivi originari senza alterarne il valore documentario. A questo fine vennero esclusi i normali consolidanti a base di resine di sintesi, già probabilmente impiegate in un restauro della fine degli anni Sessanta, proponendo invece l'uso esclusivo di materiali inorganici, compatibili, e molto simili per composizione ai materiali originari: calci naturali prive di sali solubili e acqua di calce, immesse nella materia impoverita di legante al fine di rigenerarla. In particolare, l'intervento prescelto basato sull'acqua di calce, come consolidante degli stati pittorici e degli intonaci decoesionati, aveva sempre riscosso scarso apprezzamento nella manualistica di restauro, dove normalmente viene considerato poco efficiente e, da alcuni autori, nocivo per i leganti organici ed i pigmenti a base di rame. Il più noto manuale anni '70 del Novecento, *La conservation des peintures murales* dei Mora e Philippot, lo sintetizza in modo teorico, riportando dati ricavati dall'unico studio sistematico sull'argomento, risalente al 1958 **[8]**, associandolo ad altri prodotti simili, ma difficilmente utilizzabili come consolidanti di superficie. Nel manuale viene invece riservato ampio spazio ai consolidanti formulati con i principali polimeri termoplastici. La pubblicazione del manuale coincide con gli anni di massima fortuna e diffusione, protrattasi sino ai giorni nostri, dei copolimeri acrilici come consolidanti superficiali e agenti di ricoesione. Negli stessi anni, in Toscana, si afferma la tendenza contrapposta di metodi basati su sali inorganici, il famoso procedimento con carbonato di ammonio/idrato di bario, studiato e applicato da Ferroni e Dini. Il metodo, sicuramente efficace per il trattamento di superfici solfatate, nei decenni successivi viene abusato e applicato come panacea per qualsiasi genere di problematica conservativa. Le successive evoluzioni basate su materiali inorganici, in particolare gli ossalati, sono tuttora in corso di sperimentazione. Il trattamento di consolidamento con acqua di calce sopravviveva, ignorato, solo nella prassi applicativa di pochi restauratori. Per trovare uno studio approfondito del metodo, con verifiche sperimentali dei risultati, si deve attendere il 1999 **[9]**. Finalmente le peculiarità positive del metodo con idrossido di calcio vengono studiate ed evolute dai lavori di P. Baglioni e R. Giorgi dell'Università di Firenze, che mettono a punto dispersioni in propanolo, stabili e ad alta concentrazione, superando le difficoltà applicative legate alla scarsa concentrazione di principio attivo (ca. 1,7 g/l) nella soluzione acquosa satura, e le difficoltà di penetrazione dell'idrato di calcio nei materiali porosi da consolidare **[10]**. Rimane difficilmente comprensibile come queste dispersioni, presentate in sedi e pubblicazioni prestigiose, efficaci e ormai sperimentate con successo sul campo, siano ancora poco diffuse e raramente utilizzate.



Figure 8, 9 e 10. Particolare prima del restauro, a luce radente e allo stato attuale.

All'epoca dell'intervento sul dipinto del Soiaro (1999) si è optato per la tecnica tradizionale della soluzione acquosa satura di idrossido di calcio. La preparazione della soluzione avvenne in cantiere, spegnendo con acqua distillata dell'ossido di calcio in polvere. Il procedimento necessita di alcune semplici cautele: la sospensione di idrossido va lasciata decantare a lungo, sino ad ottenere una soluzione perfettamente limpida, e conservata in recipienti ermetici per evitare la formazione di carbonati superficiali che ridurrebbe il tenore di idrato della soluzione. Dopo una prima pulitura generale a secco, per eliminare il deposito di polvere superficiale, eseguita con pennelli a setole morbide, si è proceduto alla pulitura dei depositi coerenti, tramite acqua distillata, pennelli e spugne di cellulosa, dove il colore e l'intonaco si presentavano più resistenti, o mediante infiltrazioni di acqua distillata attraverso uno strato protettivo di carta giapponese nelle zone più fragili. Alla pulitura era associato il riadagiamento dei sollevamenti degli strati pittorici, ottenuto tamponando la superficie protetta con batuffoli di ovatta (fig. 11).

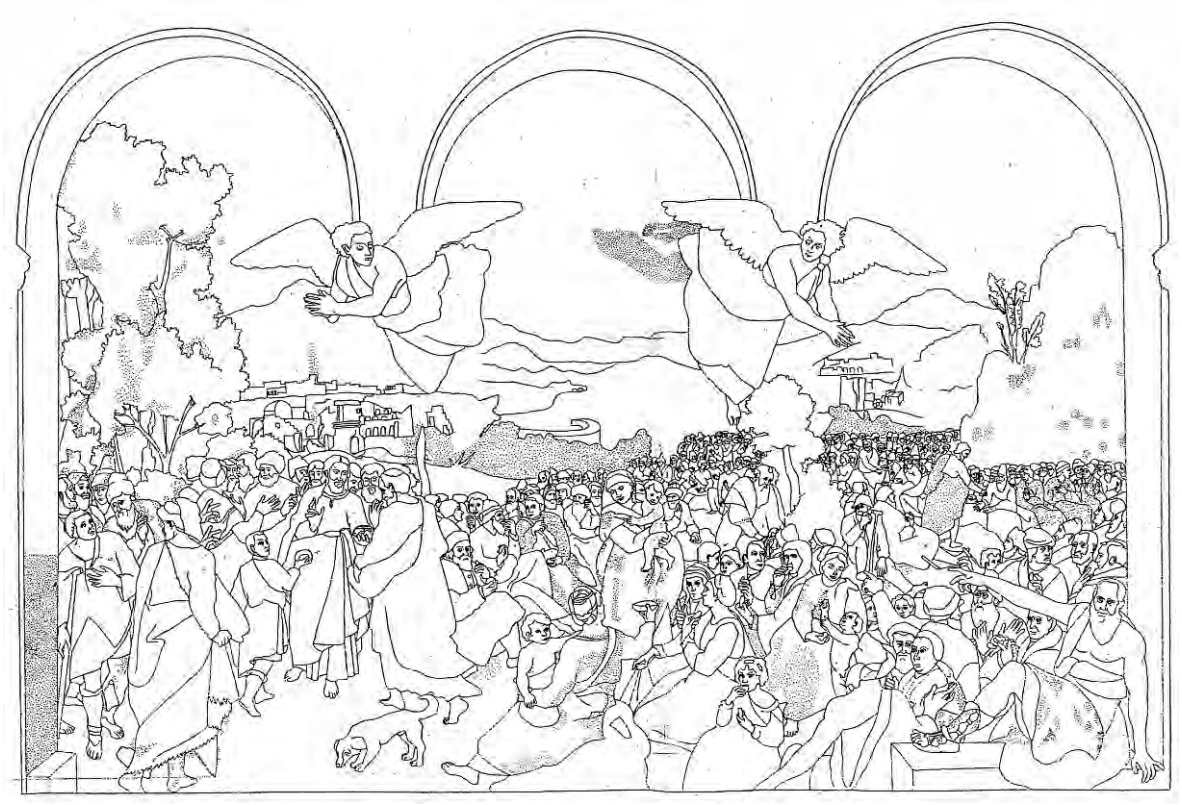


Figura 11. Mappatura dei **s**ollevamenti del colore riadagiati e consolidati.

Le prime applicazioni di consolidante sono state eseguite interponendo carta giapponese, per impedire, data l'estrema fragilità del colore, rimozioni anche minime di materia pittorica. Il trattamento è stato ripetuto ciclicamente con nebulizzatori e a pennello, sempre interponendo la protezione di carta, controllando l'assorbimento della soluzione in modo da evitare la formazione di patine biancastre di carbonato in superficie. Ottenuta una sufficiente ricoesione del colore, l'intervento è proseguito con le normali operazioni di restauro conservativo. L'intonaco dipinto con problemi di adesione al supporto e le fessurazioni sono state consolidate con iniezioni di stucco fluido, formato da carbonato di calcio e calce idraulica naturale a basso tenore di sali solubili. Le ridipinture dei precedenti interventi sono state rimosse o alleggerite: dove il colore era più resistente si è operato con batuffoli di cotone imbevuti di acqua distillata o acetone. Sono poi state effettuate prove di rimozione del fissativo alterato, in particolare negli accumuli sul cielo e su alcuni volti e abiti dei personaggi, mediante impacchi di alcool denaturato e bicarbonato d'ammonio in soluzione satura supportati da silice micronizzata. La demolizione delle stuccature dei precedenti restauri è stata limitata a quelle condotte con materiali chimicamente non idonei o indebolite. Per le nuove stuccature, in corrispondenza dei fori di consolidamento, delle abrasioni e delle lacune già presenti nell'intonaco o risultanti dalla rimozione delle vecchie stuccature, sono stati utilizzati due tipi di malta: una preparatoria composta da polvere di mattone, sabbia, carbonato di calcio in proporzione di 3:1, legata da grassello di calce, per le stuccature più profonde; per le stuccature di superficie si è impiegata una malta composta da carbonato di calcio, polvere impalpabile di marmo, sabbia di granulometria fine e grassello di calce, nella stessa proporzione della precedente. L'integrazione pittorica è stata condotta a velatura sulle abrasioni e a selezione cromatica sulle stuccature (figg. 12-13). Le fessurazioni risarcite sono state integrate ad acquarello in modo mimetico, mentre le vaste lacune sulle lesene laterali sono state intonate con velature di latte di calce e pigmenti naturali disciolti in acqua.





Figure 12 e 13. Particolari al termine del restauro.

A distanza di otto anni dall'intervento, un'attenta ricognizione sul dipinto ha permesso di testare l'efficacia del consolidamento eseguito: i sollevamenti degli strati pittorici riscontrati prima dell'intervento, documentati a luce radente e mappati su rilievi grafici, non mostrano evidenti mutamenti rispetto a quanto osservato al termine delle operazioni di consolidamento superficiale. Nelle zone trattate non si notano imbianchimenti conseguenti a velature di carbonato di calcio, spesso paventati in letteratura come effetto collaterale a questa metodologia di intervento (figg. 14-15).



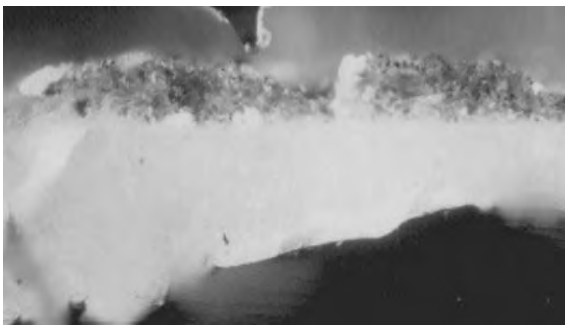

Figure 14 e 15. Sollevamenti del colore in un immagine a luce semiradente del 1999 e, a destra, nelle condizioni attuali.

Risultati delle indagini stratigrafiche.
Sono stati prelevati con bisturi numero otto campioni in data 21 aprile 1998, inglobati con resina poliestere (Akemi Marmorkitt 1000), sezionati, lucidati ed osservati al microscopio mineralogico. Successivamente sono stati metallizzati con grafite, osservati al SEM (microscopio elettronico a scansione) ed indagati con sonda EDAX al fine di caratterizzare pigmenti ed intonaci **[11]**. Vengono, di seguito, mostrati i risultati delle indagini realizzate e documentato, in particolare, il percorso analitico seguito per il Campione 6.

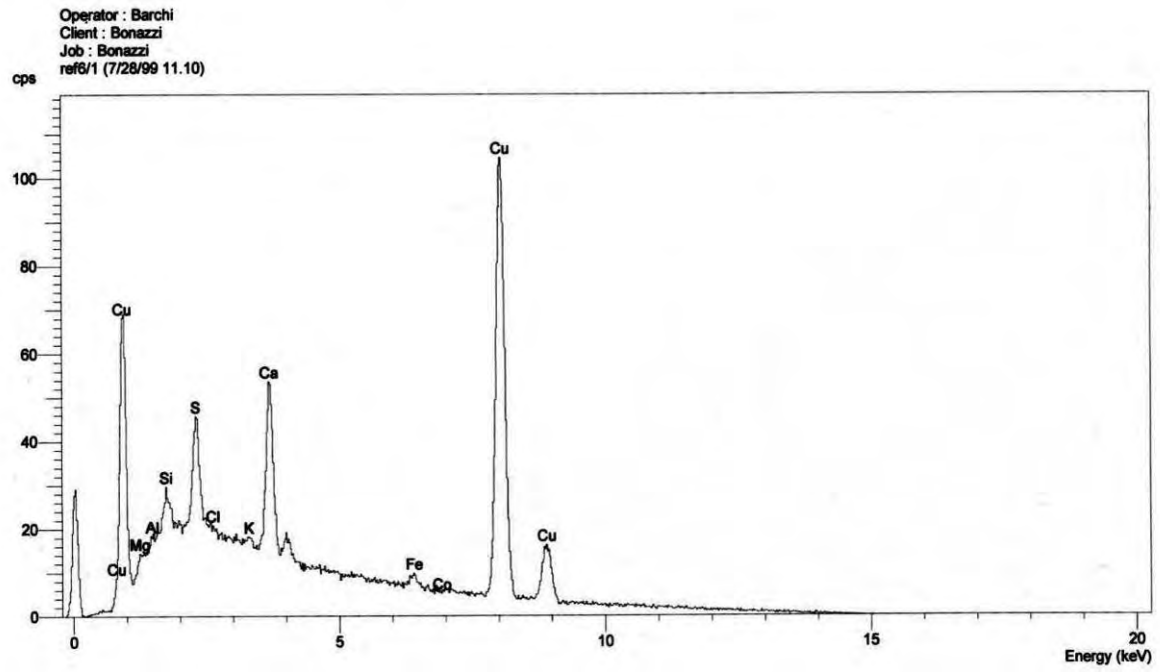
Campione 1	Intonaco con campitura verde	TERRE VERDI Silicati ed ossidi di ferro (II), Mg e K.	Legante carbonioso (calcite). Solfatazione: minima nel pigmento; consistente al di sotto dello strato di terra verde.
Campione 2	Macchia scura su campitura rossa del manto	EMATITE Ossido ferrico.	Legante carbonioso (calcite). Anche in questo caso sono presenti processi di solfatazione nell'intonaco.
Campione 3	Base manto azzurro verde	TERRE VERDI Silicato idrato di ferro e potassio con magnesio ed alluminio; verosimilmente GLAUCONITE per la presenza di cloro.	Legante carbonioso (calcite). Anche in questo caso sono presenti processi di solfatazione nell'intonaco.
Campione 4	Grigio azzurro manto del "Dicitore"	SMALTINO Silicio, ferro, potassio, magnesio ed alluminio (silico alluminati), cobalto (ossido).	Legante carbonioso (calcite). La presenza del ferro anche al di sotto del pigmento potrebbe indicare l'esistenza di una preparazione a base di terre rosso brune e calcite. Anche in questo caso sono presenti processi di solfatazione nell'intonaco.
Campione 5	Non è stato possibile svolgere l'analisi		
Campione 6	Berretto azzurro di astante	AZZURRITE carbonato basico di Cu (II) TERRE VERDI Silicati, silico alluminati ed ossidi di ferro (II), Mg e K.	Legante carbonioso (calcite). Anche in questo caso sono presenti evidenti processi di solfatazione nell'intonaco.



Prelievo Campione 6



Sezione stratigrafica Campione 6



Spettro EDAX Campione 6

Campione 7	Foglia di albero sulla sinistra	La composizione dei vari strati di verde, visibili anche in sezione stratigrafica risulta variegata e complessa. SMALTINO con TERRE VERDI AZZURRITE TERRE VERDI con un elevato picco del ferro.	E' possibile ipotizzare una preparazione rosso bruna a base di ossidi di Fe (III) (vedi campione 4); una successiva azione di ritocco con Blu di Prussia. Legante carbonioso (calcite). Evidente il processo di solfatazione nell'intonaco.
Campione 8	Cielo grigio lunetta di sinistra	TERRE VERDI e SMALTINO La colorazione grigia attuale è correlata all'alterazione dello smaltino	Legante carbonioso (calcite). Evidente il processo di solfatazione nell'intonaco.

NOTE

[1] A.M. Panni: "*Distinto rapporto delle pitture che trovansi nelle chiese della città e sobborghi di Cremona"* , Cremona 1762.

[2] L'intervento di restauro è stato svolto dagli studenti del Dipartimento di Restauro e Conservazione del C.F.P. della Provincia di Cremona, settore "Affreschi e decorazione su muro", durante l'anno scolastico 1999-2000, con la direzione del Dott. Vincenzo Gheroldi della Soprintendenza di Brescia BB.AA.P..

[3] Nel 1774 lo Zaist riferisce che sul dipinto " ... vi sta chiaramente marcato *Bernardinus Gattus, cui cognoment. Sojaro Auctor 1552*". L'iscrizione non è attualmente più leggibile. Nelle *Notizie pittoriche cremonesi*, il Sacchi riporta integralmente il testo del contratto stipulato, in data 14 settembre 1549, dall'abate Colombino Raparis e Bernardino Gatti, per la realizzazione del dipinto murale del refettorio.

[4] La prima notizia certa di lavori di ripristino, riportata nel 1819 dal Corsi, riferisce che *"ad onta delle premure usate, e della diligenza avuta da' Cittadini per conservare tale pregievol opera, cionullostante la vetustà di 266 anni, e le vicende a cui pe' tempi andò soggetto questo locale, aveva esso alquanto sofferto; ma il Nobile Sig. Conte Prevosto Don Giulio Trivulzi cremonese nel 1818. a proprie spese lo fece ristorare dal nostro Giovanni Ghelfi, per cui con la sua abilità è riuscito di far sortire in essa dipintura quel bello, che il tempo, e le vicende ci avevano tolto "*.
[5] A. Frosi, *La Chiesa di S. Pietro*, in "Cremona", gennaio-giugno 1937, p. 304.
[6] E. Franco, *I restauri alle Chiese di Cremona nel decennio 1960-1969*, in "Bollettino Storico Cremonese", XXIV, 1969, pp. 298-299.
[7] E' da sottolineare inoltre come la misura del lato dei singoli riquadri differisca a seconda del soggetto rappresentato: nella porzione di paesaggio compresa fra il lunettone di sinistra e quello centrale è di 23 cm, mentre nella zona corrispondente al lunettone di destra tale misura varia da 16 a 25 cm circa. La quadrettatura del cane misura cm 11 per lato. Una parte della quadrettatura, avente per lato cm 25, in corrispondenza del paesaggio a destra, è stata ulteriormente dimezzata dall'artista in senso orizzontale
[8] E. Denninger, *Die chemischen Vorganghe bei der Festigung von Wandmalereien mit sogenanntem Kalksinterwasser*, in Maltechnik, 1958.
[9] I. Brajer, N. Kalsbeek, *Limewater absorption and calcite crystal formation on a limewater- impregnated secco wall painting;* in " Studies in conservation", n° 44, 1999.
[10] P. Baglioni, L. Dei, R. Giorgi, *A New Method for Wall Painting Consolidation based on stable Calcium Hydroxide Suspension;* in "Studies in Conservation", n° 45, 2000, p.154;
P. Baglioni, E, Carretti, L. Dei, R. Giorgi, *Nanotechnology in wall painting conservation*, in " Self-Assembly", B.H. Robinson, ed. IOSpress, 2003.
[11] Le indagini stratigrafiche sono state condotte dal prof. Curzio Merlo, docente di Chimica presso il C.F.P. di Cremona e dal prof. Achille Bonazzi, Università degli Studi di Parma.

LA PALA DELL'ALTARE DI SAN NICOLA VESCOVO DELLA CATTEDRALE DI CREMONA RICOSTRUZIONE DEL PERCORSO DI UN' "ANCONA" TRA RICERCHE STORICHE E DOCUMENTI INEDITI

Gianni Toninelli [*], **Michele Bernardi** [**]

[*] Docente, Museo Civico Ala Ponzone di Cremona, Via Ugolani Dati n. 2, 26100 Cremona, 0372 407757
[**]Docente, C.F.P. della Provincia di Cremona, via Cesari n. 7, 26100 Cremona, 0372 403411, e-mail coordinamento@cfpcremona.it

L'altare di san Nicola vescovo e confessore, più comunemente conosciuto come 'san Nicola di Bari', è situato in Cattedrale nel transetto di sinistra, ultimo in fondo al lato di ponente. Si tratta, nello stato attuale in cui si trova, d'una struttura dallo stile composito ottenuta riorganizzando l'adiacente mensa dedicata a sant'Andrea (sul progetto che Carlo Visioli aveva elaborato nel 1844), tra la seconda metà del XIX secolo e il primo decennio del successivo XX [(1)], con vari materiali provenienti da altri assetti liturgici, più in particolare dagli altari di santa Lucia e di sant'Anna, quest'ultimo unito nel 1569 con quello dedicato a san Nicola da Tolentino, cui fu aggiunto, verso la fine del XVI secolo, il titolo di Santa Maria delle Grazie. Va precisato tuttavia che un'ara con la dedicazione a san Nicola già preesisteva nella stessa posizione attuale, ma, come ricordava la visita pastorale del vescovo Speciano nel 1599, era ornata da un'"icona ex marmore cum imaginibus celatis et auroillitis"; e, ancora, nel 1623, la Visita Campori confermava che "pro icona est simulacrum eiusdem sancti marmore sculptum cum aliis duobus simulacris" [(2)].

Alla metà del XVII secolo, il Bresciani la descriveva tutta "di marmo bianco con figure di mezzo rilevo che fu edificato dal Reverendo signore Giovanni Ala canonico di detta chiesa […] ed è juspatronato il Capitolo", dei Canonici, "cum picturis significantibus eorum dominium" [(3)]; mentre Giuseppe Aglio, nel 1794, ne riportava, oltre all'iscrizione, i nomi degli autori Tommaso Amico e Mabila de Mazo e lo stesso faceva Tommaso Agostino Vairani, nel 1796 [(4)]. Nella precedente Visita Litta del 1720 veniva confermato che "icona loco est tabula marmorea in qua sculptae sunt imagines sancti Nicolai, Damiani et Homoboni" [(5)].

Un altare dunque senza quadri e con un solo 'paliotto' marmoreo, ma inoltre "cum picturis", forse di stemmi o simboli, spostato negli anni adiacenti alla sua riforma e che attualmente fa bella mostra di sé presso la cappella della Madonna del Popolo. Nel 1818 il Grasselli ancora lo ricordava nell'antica posizione, poi Luigi Corsi nel 1819 e così nel 1856 Angelo Grandi, che inoltre rammentava, assieme al Corsi, l'esistenza di un cantone di San Nicolò e "di una chiesa che rimaneva ove ora è la Canonica alla quale fu incorporata", ricordata almeno dal 1252 [(6)]. Infine Goffredo de Vecchi, nel 1906-1907, dava conferma che l'opera in questione si trovava ancora situata nell'identico luogo [(7)]. Ne consegue che la gestazione del rinnovato assetto liturgico dovette avere tempi assai lunghi, principiato indirettamente, come s'è accennato, con la riforma Visioli e probabilmente definito tra il 1907 e il 1910; cui non fu probabilmente estranea la donazione della pala che ne sarebbe divenuta la partitura centrale. Si tratta della *Madonna col Bambino e sant'Anna, e i santi Gerolamo e Nicola di Tolentino* (un dipinto a tempera antica su tavola attribuito, almeno a partire dal principio del XIX secolo, a Bernardino Ricca e riportato su tela, tra il 1975 e il 1980, dal pittore-restauratore Ernesto Piroli), le cui vicende presentano al momento un itinerario con diversi lati oscuri riguardo i suoi possibili spostamenti, appena rischiarati dalle sue scarse (ma determinanti) notizie archivistiche [(8)].

Vale la pena ricordarne gli avvenimenti, intersecati da citazioni dell'opera, descrizioni imprecise della sua iconografia e quant'altro. La memoria che sembrerebbe al momento più antica è la già ricordata visita pastorale Speciano del 1599, in cui, descrivendo la mensa liturgica di Santa Maria delle Grazie, di san Nicola da Tolentino e di sant'Anna, della "Confraternita dei bergamaschi o dei facchini", viene precisato laconicamente che possiede un'"icona satis ornata" [(9)]; che il dipinto sia quello soprammenzionato lo si ricava comunque dalla successiva Visita Campori del 1623 in cui viene descritta un'"icona depicta in tabula vetusta, sed non ineleganti, cum imaginibus Beatissimae Virginis cum Puero, sancti Nicolai de Tolentino et sancti Jeronimi" [(10)]. In seguito della "icona depicta" si perdono le tracce, o, perlomeno, si fanno ancora più incerte, né il Bresciani, descrivendo l'altare di "sant'Anna […] già fondato sino l'anno 1374 per legato del nobile Antonio Roccio", ne fa menzione, ma è probabile che nel periodo in cui trattò il suo scritto (tra la prima metà e la seconda metà del XVII secolo), il dipinto possa essere stato rimosso da qualche tempo per fare spazio, "l'anno 1628", ad "un'immagine di Maria Vergine […] hor detta la Madonna delle Gratie" [(11)].

Nella Visita alla Cattedrale del vescovo Francesco Visconti, nel 1644-1645 (o forse 1645-1646), non si fa alcun cenno all'ara di Sant'Anna, mentre una nota laconica avverte, su quella dedicata a Sant'Andrea, che "Palium est ligneum et vetustum" [(12)]; da far pensare ad un antica tavola ora scomparsa, ma anche alla pala ricordata nella Visita Campori, e forse collocatovi da non molto tempo se, in anni circostanti, il Bresciani ne ricordava la stessa mensa liturgica quale "iuspatronato della nobile famiglia Amata che sin hora è senza ornamento" [(13)].

Lo stesso quadro, nella Visita Litta del 1720, era così descritto: "Icona loco est tabula picta exprimens Beatae Virginis Mariae, sancti Jeronimi et Bernardini" [(14)], e sembrerebbe possa trattarsi dell'opera precedentemente

citata, o, forse, ma con grande difficoltà, del dipinto menzionato nella Visita Pastorale del 1623. Difficile pensare, infatti, ad una ricognizione ecclesiastica in cui l'agostiniano Nicola di Tolentino possa essere stato scambiato per il minorita Bernardino da Siena, anche se forse le probabili non esaltanti condizioni dell'opera in questione avrebbero potuto giustificare la confusione della Stella raggiante del primo con il "Signum Christi" dell'altro, confondendone, in tal senso, le figure liturgiche; né questo sembrerebbe essere stato il solo equivoco. Nel 1760, a proposito del pessimo stato conservativo, il Panni suggeriva che nello stesso precedente altare "in picciola pala in legno si rappresenta un istoriato di maniera assai antica", data da restaurare "ad uno di quegli impostori, che millantano segreti particolari", e, in seguito, rimessa in sesto (ovviamente prima del 1720) da Sigismondo Benini [(15)]. Nel 1794, l'Aglio confermava che "L'altare di Sant'Andrea […] è stato levato" [(16)], compreso presumibilmente il proprio dipinto.
Poi nessun'altra notizia di particolare rilievo, fino al 15 novembre 1800, anno in cui s'avverte che "il pittore Camillo Ghelfi ha compiuto il pulimento del quadro di Bernardino Ricca […] che a giudizio del professore Giuseppe Diotti merita il predetto Ghelfi il compenso da lui proposto" [(17)].
Restauro che tuttavia non dovette essere d'alcun conforto all'opera e casomai ne peggiorò gli assetti pittorici, se in una lettera autografa del 18 novembre 1829, indirizzata alla "Veneranda insigne Fabbrica della Cattedrale di Cremona", il "di lei segretario" notaio dott. Giuseppe Simoni offriva "in dono il quadro in legno del celebre Bernardino Ricca rappresentante la Beata Vergine col Bambino, san Girolamo e sant'Anna, [(18)] che egli tanti anni fa comperò a prezzo di stima dai signori Fabbriceri di quel tempo […] nella fondata lusinga, che corretto, ove abbisogni, da celebre pennello in quelle parti, che da sedicente restauratore vennero danneggiate, e ridotto alla sua perfezione verrà nuovamente collocato nella cattedrale" [(19)]. Secondo la testimonianza di Angelo Grandi, il dipinto, nel 1856, era collocato "Al di sotto della finestra del muro maestro della facciata di questa nave", cioè quella "passata la porta piccola che immette alla Canonica" [(20)], vicino all'altare di San Nicola. Mentre, in un dattiloscritto del 1910 della "Regia Sovrintendenza alle Gallerie" di Milano, il Soprintendente Ettore Modigliani ne indicava la collocazione in "uno degli altari del lato sinistro del transetto" e faceva notare come l'opera "avesse subito non lievi danni e mostrasse scrostamenti e sollevamenti di colore tali da richiedere una pronta riparazione"; ma, andrebbe ricordato, che forse non in tali condizioni era stato esposto alla mostra d'Arte Sacra del 1899 [(21)]. Il lavoro di ripristino fu affidato ad Alfonso Porta, un tecnico che aveva altre volte lavorato per la Pinacoteca di Brera. Il 25 maggio dello stesso anno, il Porta descrisse in una relazione il lavoro che si proponeva di compiere: "la francatura del colore in generale [….] Eseguita questa prima operazione, bisognerà fare una semplice pulitura, senza però intaccare la vecchia vernice, onde poter levare tutta quell'affumicazione, polvere e sudiciume che il tempo ha reso come una crosta che offusca tutto il dipinto", e infine "rinnovare la vernice onde rendere trasparenti e in forza i colori" [(22)]. Il restauratore consigliò inoltre di "provvedere per l'innanzi all'inconveniente dei ceri", causa di bruciature e dell'"affumicazione", fatti che forse ne obbligarono di nuovo lo spostamento nella sede in cui l'aveva descritto il Grandi, la stessa da cui Ernesto Piroli (Cremona 1911- ivi 1997) lo prelevò per eseguire alcuni (discutibili) interventi. L'esiguo materiale in possesso di chi scrive, la perdita della documentazione fotografica e delle indagini radiografiche compiute da Piroli a seguito del restauro (condotto negli anni 1973-1980), non permette purtroppo di andare a fondo della questione.
Nel 1971 Alfredo Puerari aveva pubblicato la pala nell'antico assetto ligneo, fornita d'una brevissima scheda e dalla riproduzione parzialmente esaustiva del suo stato conservativo: vi si notano sollevamenti e cadute del colore, fessurazioni per lo spostamento delle tavole (almeno tre) e fenditure con abbondanti lacune, anche se appare non alterata la leggibilità dell'insieme [(23)]. In un dattiloscritto senza data (ma del 1973 o 1974), Piroli ne confermava le precarie condizioni, aggiungendo che l'opera "abbisognava di impalchettatura completa, il legno rinforzato da strisce metalliche superleggere ed inoltre di fissatura generale del colore, di pulitura, stuccatura e intonatura delle lacune".
Il lavoro non ebbe buon esito, visto che in una successiva relazione del 3 aprile 1975, il restauratore poneva l'accento sull'"esigenza di modificare il restauro della tavola dipinta da Bernardino Ricca (cm 249 x 141) […] ricorrendo al distacco completo del colore con riporto su tela doppia e telaio". Tale intervento, con alterne vicende, si concluse con la deliberazione del 15 maggio 1980 della Soprintendenza di Mantova, che, dopo aver accettato la procedura del 'trasporto', lo obbligava ad una "ulteriore pulitura integrale da vecchie ridipinture" e a produrre "fotografie e radiografie". Sul verso dello scritto del 1973-1974, Piroli aveva inoltre resi noti, in un dettagliato elenco chirografo, i materiali adoperati e le operazioni necessarie: "Distacco dalla parete [della Cattedrale ndr], trasporto in laboratorio e ritorno in loco. Ripresa fotografica prima durante e dopo il restauro. […] Tela mussolina per intelaggio. Tela canapa fina […] Tela canapa per riporto in doppio strato. Colla gelatina, farina e miele per intelaggio. Colla caseina e colla forte per riporto. Trementina per solvente pulitura e vernice. Alcool metilico per solvente pulitura" [(24)]. Detto per inciso, una 'mista'composta di Alcool Metilico e Trementina, per il suo alto potere d'evaporazione, non poteva certamente intaccare gli strati assai duri delle vecchie vernici, che in effetti, viste con l'ausilio dei raggi UV, risultano tuttora in gran parte ancorate in funzione protettiva; mentre appare efficace, per l'incollaggio e il trasporto su tela, l'uso della caseina mescolata a colla forte (generalmente la Zurigo in perle o 'colla tedesca'), materia che ha impedito il precoce sfaldamento della preparazione antica: fatti positivi d'una disgraziata congiuntura.

L'itinerario della tavola e dei suoi 'restauri', attraverso gli anfratti del Duomo di Cremona, sembrerebbe così terminato, sennonché inediti documenti d'archivio chiariscono alcune delle note acquisite, arricchendone, in tal senso, le asciutte informazioni.

Il primo *particulare* è una "Carta ordinationis" redatta dal notaio Giovambattista Maino per conto dei Canonici e del Capitolo della Cattedrale il 10 ottobre 1569, e indirizzata al "Discretus vir dominus Bernardinus de Rocijs filius quondam domini Antonij viciniae Sancte Marie in Beliem Cremone unus ex patronis perpetue Cappellanie ad altare Sancte Anne fundatum et dotatum in ecclesia Cathedrali Cremone per illos de Rocijs […] quod superioribus diebus in eius absentia cum esset Rome dirrutum et asportatum fuit dictum eorum altare quod erat apud altare illorum de Spingeris alias de Bonsignoribus […] et dictum altare sancti Nicolai de Tolentino, quod erat a latere dicte capelle translatum fuit in medio eiusdem capellae sublato dicto altare Sancte Anne […]. Prefati autem Reverendi domini Canonici et Capitulum re considerata ordinaverunt quod dictum altare cum anchona et alijs ornamentis altaris sint comunia cum dicta capella inter dictos de Rocijs et de Bonsignoribus sed qui ipse dominus Bernardinus teneatur suis sumptibus depingi facere totam dictam capellam a sumitate usque ad fundum et loco ipsarum expensarum ipse dominus Bernardinus habeat medietatem dicte anchone et in medio dictae anchone depingi faciat imaginem sancte Anne cum armis in ipsa anchona illorum de Rocijs a latere Epistole et cum armis in angulo capse dicte anchone ad incontrum armorum illorum de Bonsignoribus et pallium pingatur cum imaginibus sancti Nicolai de Tolentino in uno circulo et sancte Anne in alio circulo" [(25)].

Come si può notare, il documento assomma nel termine "anchona" il complesso della tavola istoriata (icona) fissata alla propria 'cornice' (ancona), in cui v'è l'ordine al "signor Bernardino" Rocci di far inserire nel mezzo del dipinto un'immagine di sant'Anna, d'iscrivere, "a latere Epistole", le "armi" "illorum de Rocijs" (e in tal caso le proprie iniziali, in quanto patrono dell'altare e membro carismatico della sua famiglia, ancora presenti ma ritenute per due secoli buoni quelle del pittore Bernardino Ricca) [(26)], "et cum armis in angulo capse dicte anchone" opposte a quelle degli Spingeri, "alias Bonsignoribus", ora scomparse. Tutto quanto "suis sumptibus" e quindi senza alcun intervento, si può immaginare, della Fabbriceria, probabilmente con ampia scelta di uno tra gli artisti cui affidare l'incarico, operatori che certo non potevano mancare, in quegli anni, nell'attivo e perenne cantiere del Duomo; e tuttavia sotto la vigile attenzione dell'Arciprete e del Cimiliarca della Cattedrale, cui i Canonici e il Capitolo (il 10 novembre 1569, un mese dopo la precedente "Carta ordinationis"), dettero l'incarico "ad mundari, ornari et expediri […] ecclesiam Cathedralem et Chorum subtusconfessionem Baptisterium Capellas et Altaria" [(27)]. Lavoro, quello della ridipintura della tavola, non iscritto nei libri "Provisionum", che invece rivelano le attività e lo stato sociale del "discretus vir" Bernardino [(28)].

Quanto agli Spingeri-Bonsignori, è ricordato nella Visita Speciano del 1599 (e in quella del 1604): "Altaris Sanctae Mariae Gratiae […] ad illud translatus dictus titulus sancti Nicolai de Tolentino iurispatronatus d. dominorum de Spingeris fundatus per quondam dominum Amatum de Spingeris de anno 1511 die 20 januarii, rogatus per dominum Joannem Mariam de Vernatiis notarium […] Adest est titulus sanctae Annae iurispatronatus domini Augusti de Rotiis" [(29)].

Un risultato, quello degli interventi fatti eseguire dai patroni degli altari sugli assetti liturgici, che non sembra aver soddisfatto i membri della Fabbriceria, dato che il 29 ottobre 1602, in sostituzione della vecchia pala acconciata e parzialmente ridipinta, viene ordinato che una nuova "anchona super qua picta est imago Sanctissime Virginis Marie in forma Assumptionis apponatur ad altare dominorum de Rotijs et de Spingeris in dicta Cattedrali constructum et ibi perpetuo maneat. Item quod, recuperetur anchona in qua picta est imago divini Thomae …" [(30)].

Poiché ai Prefetti della Fabbriceria erano consentite operazioni per necessità di carattere tecnico e conservativo ma non scelte di valore liturgico (e magari il dipinto non era ancora in stato così rovinoso dal giustificarne l'immediato spostamento), l'ordine perentorio e la sostituzione dovettero aspettare altro tempo, se nella Visita Campori la tavola dipinta era descritta *in situ* ancora nel 1623; ma forse non per molto. Il primo marzo 1624 [a Nativitate], la "Compagnia dei Bergamaschi [ossia "Baiulantium seu Fachinorum"] costituita d'antico tempo al già altare di S. Silvestro sotto confessione et doppo la restauratione d'essa unita alla Compagnia della B. V. M. delle Gratie ha hauto sino a questo tempo presso di se l'ancona del detto altare et ultimamente l'haveva fatta riporre sopra l'Imagine della B. V. per divotione propria […] l'hanno lor signori fatta levare" [(31)]. In seguito, però, fatta rimettere nella collocazione precedente fino a quando, colla richiesta del 4 aprile 1628 fatta ai Reggenti della Cattedrale, i "confratelli della Compagnia della Beatissima Vergine delle Gratie" chiesero di far "forare il detto altare ed entrare in un poco loco che è de dietro al medemo altare per far ivi una capeletta […] trasportare la di Lei imagine dalla collona ove di presente si trova all'altare più prossimo[…] et al loco dove si trova l'ancona dell'altare farli mettere una ferrata dalla quale si possi vedere la Regina del Cielo" [(32)]. Il Bresciani ricordava che il 28 maggio dello stesso anno, l'icona fu portata in processione solenne "sopra un carro trionfale […] con bellissimo apparato […] et dopo fu posta all'altare dei signori Rocci dove ora si vede" [(33)]. Dopo complesse vicende di nuovi spostamenti, seguiti da suppliche dei patroni e deliberazioni dei Reggenti, l'effigie della Vergine delle Grazie fu definitivamente riposta sull'altare a lei dedicato [(34)]. Andrebbe comunque ricordato che il rinnovato culto in onore di san Nicola di Tolentino, nel 1630, all'inizio del contagio dalla peste, e la successiva "promozione al cardinalato" di monsignor Ciriaco Rocci, avvenuta l'11 dicembre 1633, non

possono che aver rallentato la rimozione dell'altare delle famiglie Rocci e Spingeri con i suoi apparati liturgici e invece favorito le continue traslazioni della Madonna delle Grazie [35]. Mentre dei successivi itinerari, percorsi dopo il 1624-1628, dell'opera "depicta in tabula vetusta sed non ineleganti" (motivo di quest'intervento) attribuita per lunghi anni a Bernardino Ricca ed ora, più obbiettivamente, a Francesco Casella, si perdono quelle precisioni documentarie che forse, con infinita pazienza, sarà possibile recuperare in qualche oscuro percorso archivistico al momento inesplorato.

Post scriptum

Scorrendo le indicazioni dei documenti ritrovati, sembra di capire che le aggiunte successive all'ancona, vale a dire l'immagine di sant'Anna e la ridipintura di alcune porzioni dei moduli decorativi laterali, possano essere state fatte in anni successivi al 1569, seguite con attenzione dall'Arciprete e dal Cimiliarca del Duomo (cfr. la nota 27) e in ogni caso (comprese forse altre modifiche e aggiunte) non oltre il 1602, anno in cui i Reggenti decisero di limitare ulteriormente le libertà concesse ai patroni degli altari e di affidare alla sola Fabbriceria la titolarità di tutti gli interventi di ripristino, che, inevitabilmente, hanno lasciato tracce molto precise nei "Provvisionum" [36].

Su altro versante, le indagini diagnostiche non invasive con Spettrometro XRF (Fluorescenza ai Raggi X) hanno rilevato l'utilizzo di pigmenti d'uso abbastanza comune nel corso d'alcuni secoli: Biacca (Bianco di Piombo), Azzurrite (Carbonato basico di Rame), Verde di rame (Acetato basico di Rame), Cinabro (Solfuro di Mercurio), Ematite (Sesquiossido di Ferro Anidro), Nero Vite (Carbone puro con piccole quantità di Sali di potassio e sodio); salvo il bianco di Titanio (Biossido di Titanio) in uso dal principio del XX secolo, che tuttavia è presente solo nelle ridipinture più recenti. Per inserire la figura di sant'Anna nel contesto più antico, oltre a ridipingere le due lesene laterali, il pittore utilizzò Biacca, Cinabro, e forse Nero d'ossa, che si poteva legare ad olio ma non a tempera, e Verde di rame (o magari Resinato di Rame, per la caratteristica tonalità cromatica) con abbondanza di legante oleoso, poiché la stesura avvenne sopra un dipinto protetto da colle e resine. Tale prevalenza oleosa è forse una delle cause che ha prodotto l'annerimento del Verderame (o del Resinato), ancora più evidente nel rifacimento dei motivi ornamentali, ben diversi nei due riquadri sottostanti, le cui finezze incisive ben si accordano, nella grafia dello stile e nell'apparato dei simboli, con quelli osservabili, per esempio, nel soffitto dello "studiolo" di Sant'Abbondio (**TANZI,** 2004, p. 28, fig. 13).

Lo scurimento prodotto dalla foto-decompsizione, rende ovviamente più complessa la lettura del dipinto, alterato inoltre dai 'restauri' condotti nel XVIII e XIX secolo (e non potendo escluderne altri precedenti), mentre non si ha notizia dei materiali adoperati; ma forse è possibile formulare delle ipotesi a seguito della testimonianza del Panni, a proposito "di uno di quegli impostori, che millantano segreti particolari" (cfr. nota 15) oppure di quella del notaio Simoni nei riguardi d'un "sedicente restauratore", forse Camillo Ghelfi (cfr. nota 17). Se nei secoli XVI e XVII, tra i compiti del 'massarolo' della Cattedrale di Cremona v'era quello di "scopare", con apposite "scope da polvere e cassa […] e da Campo", ancone, pale e pitture murali, i successivi operatori cremonesi dei seguenti XVIII e XIX s'erano probabilmente in parte formati sulla scorta dei manuali pubblicati in Francia e Inghilterra (per esempio gli "Anecdotes des Beaux Arts, pubblicato dal De Nougaret, Parigi 1776, oppure il "A new method of assisting the invention in drawing original composition of landscape", del Cozens, Londra 1785), e forse trovarono in Giovambattista Biffi (erudito cultore di fenomeni restaurativi, oltrechè dotto bibliofilo e collezionista d'arte) un interessato divulgatore. Emerge in quegli anni l'inedita figura professionale del *peintre-restaurateur*, cui erano affidati i delicati compiti di pulire, 'ristorare' e verniciare; che in molti casi, finirono per "scorticare" tele e tavole, per poi ridipingerle compiutamente (magari con una certa maestria) e infine ricoprirle di 'beveroni' (composti 'misteriosi' di oli cotti e vernici ambrate), materie a lunga essiccazione e catalizzatori di polvere e sudiciume. Risulta, in tal caso, di grande interesse la valutazione del pittore Gallo Gallina (contemporaneo del Ghelfi) a proposito della pulitura e verniciatura d'una preziosa tavola del XV secolo (*Incoronazione di Cristo e di Maria* di Bonifacio Bembo, patrimonio del Museo Ala Ponzone di Cremona, inv. 40), che l'operatore suggeriva di rimaneggiare "senza corrosivo né potassa, né qualsiasi altra materia cadente in la categoria, ma impiegando solamente materie diutili e ontaose": vale a dire, l'esatto contrario dei lavori forse praticati sulla pala della Cattedrale [37].

Una pulitura dai fumi delle candele e dal sudiciume pulverulento, per non rara ipotesi eseguita con 'pomata caustica', (Idrossido di Sodio in sospensione con 'sugna' e colla di farina, o con ricette più antiche a base di "alumine de rocha […] sal alkali, chalcis vive, sal comuni") [38], avrebbe certamente intaccato la più superficiale ridipintura del XVI secolo, modificando il Resinato di Rame in Idrossido di Rame e successivamente in Ossido, aumentandone, in tal senso, le azioni di degrado, che puntualmente figurano 'nere' nelle partiture decorative. Lo scurimento di parti dell'opera è riconducibile, pertanto, a processi di foto-decomposizione del Resinato, ampiamente documentati in una grande quantità di opere ad olio, ma anche ad un possibile attacco alcalino operato in fase di pulitura in cui (si presume) furono usate sostanze fortemente aggressive. Ai precedenti restauri seguì l'intervento del 1910, elaborato in modo probabilmente non troppo invasivo da Alfredo Porta, ma non si può escludere qualche manomissione non documentata nel 1899, anno dell'Esposizione d'Arte Sacra.

Poi, nel 1974-1980, l'infelice operazione del trasporto da tavola a tela, una tecnica che già aveva prodotto alcuni disastrosi risultati, corredati da pesanti ridipinture, alle opere del Museo Civico di Cremona tra il XIX e il XX secolo; a cominciare dalla tavola centrale dell'attuale conformazione in trittico attribuito a Filippo Mazzola, *Madonna in trono col Bambino*, per non parlare del polittico di Benedetto Rusconi detto il Diana ("e restauratori moderni"), *Madonna in trono col Bambino,* in cui le parti ridipinte sono quasi maggiori di quelle originali; e, ancora, il *Cristo morto sorretto dalla Madonna e da un angelo*, attribuito a Carlo Caliari, che per anni è stato al centro d'interventi di manutenzione per il continuo sfaldamento della materia preparatoria e del colore.
Tuttavia, con le notizie finora raccolte e il sospetto, per ora non completamente fondato, di puliture malaccorte, sarebbe possibile praticare un intervento di restauro conservativo di non breve durata, che possa rimettere in grado, se non ovviamente la struttura portante e la probabile bellezza della pittura nelle sue originarie condizioni, almeno una lettura più convincente ed omogenea della materia pittorica allo stato attuale.
Infine, nell'ipotesi d'una tale futura operazione, si potrebbero attuare le seguenti procedure: dopo aver spolverato e ripulito il dipinto con Saliva sintetica (Triammonio citrato con formula $(NH_4)_3C_6H_5O_7$ in soluzione), si dovrebbero eseguire indagini fotografiche ai raggi UV, infrarossi e Fluorescenza ai raggi X. Poi campionature con miste: Alcool Isopropilico e Benzina rettificata o White spirit (40/60 – 30/70); in seguito la mista: Dimetilsolfossido (DMSO di formula bruta $(CH_3)_2SO$) al 15%, Alcool Isopropilico 37%, essenza di Petrolio chiarificato 45%, n-Butilacetato 3% (si tratta di un estere poco tossico e a bassa ritenzione); integrazione con acquerelli e verniciatura di tamponamento con gommaresina Dammar in soluzione 30/70.

Note

Archivio di Stato di Cremona (**ASCr**); Archivio Storico Diocesano di Cremona (**ASDCr**), Biblioteca Statale di Cremona e deposito Libreria Civica (**BSCr, dep. LC**)

1) Anni, forse, in cui vi fu situato in sede definitiva l'inedito quadro, firmato e datato 1907, di Carlo Vittori, raffigurante il beato Alberto di Villa D'Ogna in sostituzione d'un altro, sottostante e molto rovinato, raffigurante san Francesco di Paola. Per le rare notizie che riguardano il beato Alberto cfr. **A. EBANI**, *Per l'interpretazione di un altorilievo trecentesco del Museo Civico di Cremona*, in "Strenna dell'ADAFA per l'anno 1984", pp. 59-68.
2) **ASDCr**, Curia vescovile, "Visite Pastorali" 41, (Cesare Speciano 1599), cc. 110r., 110v.; Curia vescovile, "Visite pastorali" 61, (Pietro Campori 1623), p. 260.
3) **G. BRESCIANI**, *Historia ecclesiastica cremonese*, ms. sec. XVII, p. 9; **ASDCr,** Curia vescovile, "Visite pastorali" 70, (Francesco Visconti 1644-1645 o 1645-1646), c. 90v.
4) **G. AGLIO,** *Le pitture e le sculture della città di Cremona*, Cremona 1794, p. 21; **T. A. VAIRANI,** *Inscriptiones cremonenses universae*, Cremona 1796, p. XIX, nn. 70, 71, 72.
5) **ASDCr,** Curia vescovile, "Visite Pastorali" 144, (Alessandro Litta, 1719-1720), pp. 149, 150 (o cc. 85 r.v)
6) cfr., **G. GRASSELLI,** *Guida storico sacra della regia città di Cremona*, Cremona 1818, p. 22; **A. GRANDI**, *Descrizione della provincia e diocesi cremonese*, I, Cremona 1856, p. 225; **L. CORSI,** *Dettaglio delle chiese di Cremona*, Cremona 1819, p. 32; **L. ASTEGIANO,** *Codice diplomatico cremonese*, I, p. 284, n. 601; *Notizie tratte dall'archivio ossia dal libro delle convenzioni della Fabbrica Cattedrale contenete 629 notizie interessanti la storia cremonese e delle belle arti*, ms. sec. XVIII, p. 6 (BSCr, dep.LC, AA.3.72); è probabile che le trascrizioni possano essere state prodotte per conto di Giambattista Biffi, e in seguito riordinate da Antonio Dragoni, quando il patrimonio librario del Biffi fu raccolto nella biblioteca dei Sommi; cfr. **R. BARBISOTTI,** *Su alcuni manoscritti cremonesi del Settecento (Desiderio Arisi, padre Silvagni, Giambattista Biffi)*, in "Bollettino Storico Cremonese", VIII (2001), pp. 298-300.
7) **G. DE VECCHI**, *Brevi cenni storici sulle chiese di Cremona che furono e che sono con aggiunta dei molto reverendi Rettori che governarono tanto le parrocchie di città che della diocesi dal 1420 a noi*, Cremona 1907, p. 56; ma è lecito chiedersi se le notizie da lui menzionate possano essere state sempre di prima mano e non per caso interpolate servendosi di note precedenti.
8) Per i problemi critici dell'opera e della sua complessa vicenda attributiva innestata dagli studi di Marco Tanzi sulle opere del pittore Francesco Casella v. nota 26.
9) **ASDCr**, "Visite Pastorali" 41… cit, cc. 114v. .
10) **ASDCr,** Curia vescovile, "Visite pastorali" 61 … cit., p. 271. Inoltre cfr., **F. VOLTINI, V. GUAZZONI,** *Cremona. La Cattedrale*, Milano (ed. Piazzi) 1989, p. 36; **A. FOGLIA,** *La scultura lignea in Cattedrale: linee di sviluppo storico e devozionale*, in *Arte lignaria a Cremona. I tesori della Cattedrale,* Bergamo, Cremona 2000, p. 32, nota 16. Non è tuttavia ricordata l'immagine di sant'Anna.

11) **BRESCIANI**, *Historia.*…cit, p. 11.
12) **ASDCr,** Curia Vescovile, "Visite pastorali" 70 … cit., c. 85r. Non è chiaro, nella stesura parzialmente caotica del registro, se le date della Visita Visconti in Cattedrale, "februari 1644" (c. 10r.) e la seguente "die vero 18 mensis januarii 1645" (c. 90v.) possano essere state redatte con lo stile dell'Incarnazione oppure con quella "a Nativitate".
13) **BRESCIANI**, *Historia.*… cit., p. 9.
14 **ASDCr,** Curia vescovile, "Visite pastorali" 144 … cit., pp. 147, 148 (e cc. 84 r.v.).
15) **A. M. PANNI,** *Distinto rapporto delle dipinture che trovansi nelle chiese di Cremona e dintorni*, Cremona 1762, p. 34.
16) **AGLIO,** *Le pitture e le sculture.*…cit., p. 20. Cfr. la nota 20.
17) **ASDCr**, Busta 113, fasc. "Quadro della B. V. con san Gerolamo e sant'Anna (att.o a Bernardino Ricca) donazione di Giuseppe Simoni", 1829-1910, doc. n. 605, 1800, novembre, 15 (inedito). Camillo Ghelfi era il padre del ritrattista e poi restauratore Giovanni, detto appunto "Camillino" o "Africano", allievo del Diotti.
18) Dimenticando di citare l'immagine di san Nicola da Tolentino, come forse era accaduto nella visita Campori, dove non si fa menzione dell'immagine di sant'Anna. O come nel titolo del fascicolo della busta 113 (v. nota 17) in cui si dimentica di citare il "Bambino" e "san Nicola di Tolentino". Oppure, come il sacerdote Angelo Grandi che confonde Nicola di Tolentino con sant'Antonio e dimentica, inoltre, di menzionare la figura di sant'Anna. O come forse potrebbe essere accaduto nella Visita Litta, di scambiare un santo con un altro (v. nota 5). Infine si ha la sensazione che i Reggenti della Fabbriceria, nell'ordine redatto il 29 ottobre 1602 "in domo habitationis domini Evangeliste Canobij", e, quindi, non davanti al quadro, possano aver confuso Nicola da Tolentino con Tommaso d'Acquino, forse ricordando gli attributi della "Stella raggiante e del giglio", comuni anche a san Tommaso (cfr. nota 30)
19) **ASDCr**, Busta 113, fasc. "Quadro della B. V. …" cit, lettera del 1829, novembre, 18. Cfr. **E. BRICCHI PICCIONI, U. TESCHI,** *Note e aggiunte manoscritte all'Abecedario*, in G. GRASSELLI**,** *Abecedario biografico dei pittori scultori ed architetti cremonesi*, (ristampa anastatica dell'ed. Milano 1827), Cremona 1984, p. 50.
20) **GRANDI,** *Descrizione*… cit., p. 225. Si ha l'impressione che, eliminato l'altare di Sant'Andrea nel 1794, il dipinto possa essere stato posto in un angolo non troppo lontano dalla precedente collocazione, poi restaurato dal Ghelfi nel 1800 in vista d'un possibile riutilizzo, ma in seguito venduto al notaio Simoni e da questi restituito nel 1829, e infine che, nonostante la diversa descrizione iconografica della Visita Litta, si possa trattare della tavola attribuita al Ricca (cfr. nota 18).
21) **ASDCr**, Busta 113, fasc. "Quadro della B. V. …" cit., doc. 1910, maggio, 10 (inedito); Biblioteca dell'Archivio, *Esposizione d'arte sacra*, catalogo della mostra, Cremona 1899, p. 37, n. 20. A seguito dell'esposizione è possibile ipotizzare un non documentato intervento di manutenzione della tavola.
22) **ID,** Busta 113, fasc. "Quadro della B. V.…" cit., doc. 1910, maggio, 25 (inedito).
23) **A. PUERARI**, *Il Duomo di Cremona*, Milano, Cassa di Risparmio delle Province Lombarde, 1971, p. 174, fig. 178. Precedentemente l'autore aveva pubblicato un profilo critico del Ricca, v., **ID,** *Orientamenti della pittura e della miniatura a Cremona nell'ultimo trentennio del Quattrocento*, in "Annali della Biblioteca Statale e Libreria Civica di Cremona", VIII/1, p. 11; **ID,** *Boccaccino*, Milano 1957, p. 196 nota 30. Ancora per la biografia di Bernardino Ricca cfr. **G. BATTISTA ZAIST,** *Notizie istoriche di pittori, scultori ed architetti cremonesi*, Cremona 1774, pp. 104-108.
24) **AMCCr Lab.,** Archivio di Luisa Piroli, cass. 10 B "Restauri", fasc. 6 (inedito).
25) **ASDCr,** Archivio Capitolare, "Acta Capituli cremonensis", notaio Giovanni Battista Maino, *Carta ordinationis facte* …, 1569. ottobre. 10 (inedito).
26) Come si può notare, la sigla "BR", terreno di contese attributive, perde significato riguardo al pittore Bernardino Ricca, per acquisirne uno più evidente all'indirizzo di Bernardino Rocci, patrono dell'altare di Sant'Anna. Per l'attribuzione a Francesco Casella v. in proposito, **M. TANZI,** *Francesco Casella e le congiunture tra Cremona e Piemonte all'inizio del Cinquecento*, in "Itinerari" (Contributi alla storia dell'arte in memoria di Maria Luisa Ferrari), III (1984), pp. 21-32; **ID,** "Francesco Casella" (schede), in *Pittura a Cremona dal Romanico al Settecento*, a cura di M. Gregori, Milano 1990, pp. 250, 251, figg. 46, 47; **ID,** *Pinacoteca di Brera. Addenda e apparati generali*, Milano 1996, pp. 68-70; **ID,** *Lungo la Paullese 1 (Cremona, 1997: epilogo di una civiltà artistica*, in *Quattro pezzi lombardi (per Maria Teresa Binagli)*, Brescia 1998, p. 105; **ID,** *Presenze cremonesi in Piemonte nel primo Cinquecento (aggiornando vecchi studi)*, in *Intorno a Macrino d'Alba. Aspetti e problemi di cultura figurativa del Rinascimento in Piemonte*. Atti della giornata di studi (Alba, 30 novembre 2001), Savigliano, pp. 37-54, fig. 15; **ID,** *Girovaghi, eccentrici, ponentini. Francesco Casella, Cremona 1517*, in *Brera mai vista*, a cura del Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza per il Patrimonio Storico Artistico e Etnoantropologico della Lombardia Occidentale, Milano 2004, pp. 21-41; **VOLTINI, GUAZZONI,** *Cremona.*…cit., pp. 103-106; **G. BATTISTA BIFFI,** *Memorie per servire alla storia degli artisti cremonesi*, ed critica a cura di **L. Bandera Gregori,** Cremona 1989, p. 179 (Annali della Biblioteca

Statale e Libreria Civica di Cremona, XXXIX/2, 1988); **G. BORA,** *L'anello mancante. Fortuna ed epilogo di una civiltà artistica*, in *I segni dell'arte. Il Cinquecento da Praga a Cremona*, Milano 1997, pp. 14, 164.
27) **ASCR,** Notarile, G. Battista Maino (ora Maini), 1569, novembre, 10, f. 815 (inedito).
28) **ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Libri Provisionum" 4 (1570-1581), cc. 103v, 104v, 107v, 110v, 115r] e che inoltre si ricavano dagli studi di Giorgio Politi, **G. POLITI,** *Il Banco cremonese di Gianfrancesco Amidani negli ultimi anni di attività (1569-1579)*, Milano 1989, pp. 49-50 e note; **ID**, *Aristocrazia e potere politico nella Cremona di Filippo II*, in *Regione Lombardia. Biblioteca di storia moderna e contemporanea. Studi e ricerche 5*, Milano 1976, p. 403, nota 72. Bernardino Rocci, senza alcuna distinzione nobiliare ma sicuramente tecnico esperto nelle transazioni d'affari, è tra i 'soci' e parente di quel Gianfrancesco Amidani [ne curava infatti gli interessi a Roma dal 1560] ricordato nella planimetria di Antonio Campi, che tra il 1572 e il 1576, e tramite il suo "Banco", amministrava gli investimenti, i redditi e i debiti della Cattedrale, come ad esempio il pagamento effettuato a Bologna da propri agenti nei riguardi del pittore Orazio Samachini "ad computum eius mercedi pingendi telam per quondam dominum Bernardum Gattum Soiarium" o le riscossioni degli affitti ai "livellari" del Duomo. Né si può dimenticare la parentela del "discretus vir" Bernardino con uno dei comparenti nel documento sopraccitato del 1569, il canonico Marco Antonio Amidani, fratello del banchiere Gianfrancesco; e nemmeno le 'procure' che il signor Gaspare de Faerno, il M. R. D. Alessandro Schinchinelli, il magnifico signore Zaccaria de Pellizzoni e A. Maria Pavesi tra il 1569 e il 1573 rimettevano al Rocci, forse scomparso sul finire del 1576. V. in **ASCr,** Notarile, G. Battista Maino (ora Maini), 1568, febbraio, 28, ab Inc.; 1568, marzo, 2, ab Inc.; 1569, febbraio, 21, ab Inc., f. 815; 1573, maggio, 13, f. 816 (inediti).
29) **ASDCr,** Curia Vescovile, "Visite Pastorali" 41 (Cesare Speciano 1599 e 1604), cc. 114v., 115r., 115v. In realtà non si tratta di Amato de Spingeri, ma di Amato de Amati "filius quondam nobilis domini Armanini, viciniae Sancti Michaelis Novi". Nel suo testamento del 20 gennaio 1511 ab Inc. (in **ASCr,** Notarile, G. Maria Vernazzi, f. 376, rep.o b. 3), redatto dal notaio "in domo infrascripta fratrum de Bonsignoribus sita in vicinia Sancti Apollinaris dictae civitatis", non avendo altra prole, nomina eredi universali Lanzellotto, Gaspare e Galeazzo fratelli Bonsignori, figli di suo nipote Ottaviano "nuncupato Spingeri" e della fu Insabetta Picenardi e a sua volta figlio di Margherita Amati, sorella del testatore. Lascia alcuni terreni a Pieve Gurata e Cingia de Botti, elencati nel testamento, all'Ospedale di Santa Maria della Pietà, affinché possano essere amministrati dai massari che "teneant et debeant erigi construi facere in ecclesia Cathedrali Cremonae unum altare sub vocabolo" di san Nicola da Tolentino, con davanti il sepolcro del testatore, "et in ornamento dicti altaris expendere libras trecentum imperialium". Altri legati per "Comasino erede di Armanino (padre del testatore), fq. J. Maria de Amati" e per servitori e amici. Nessun cenno all'ancona dipinta, fatta successivamente eseguire (si presume in anni non troppo lontani dal 1512) dagli eredi Bonsignori "dicti de Spingeris", patroni dell'altare e dai massari dell'Ospedale cui spetta, come ai precedenti, l'obbligo di fare delle pianete e altre masserizie per la mensa del predetto altare e per il monastero di Santa Maria delle Grazie fuori città un messale, e una coppa d'argento dorato con le "armi" del testatore. (Tuttavia, nel 1515, il Bordigallo ricordava un Lanzellotto de Spingeri e un ancora vivente Amato de Amati, abitanti nella vicinia di San Michele Nuovo, v. **D. BORDIGALLO,** *Dominici Burdigali inclita urbis Cremonae…*, ms. sec. XVI, p. 17 (BSCr, dep. LC, A.A. 8.16).
30) **ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Libri Provisionum" 8 (1600-1607), cc. 55v, 56r. (inedito). Trascritto in: *Notizie tratte dall'archivio* …cit., p. 110. Inoltre cfr. *Ordini fatti in diversi tempi sopra il governo della Fabrica della chiesa Cathedrale di Cremona*, Cremona 1637, pp. 5-15.
31) **ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Liber Provisionum" 10 (1614-1625), c. 177v., 178r. (inedito).
32) **ID,** Fabbriceria Cattedrale, "Liber Provisionum" 11 (1625-1642), cc. 51r. v., 52r**.** (inedito)
33) **G. BRESCIANI ,** *Memorie delle cose occorse me vivente nella città di Cremona quivi descritte d'anno in anno come a basso segue*, ms. sec. XVII, pp. 12 (BSCr, dep. LC, Bresciani 32)
34) **ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Liber Provisionum" 11 (1625-1642), cc. 168v, 169r. (inediti). Se nel 1628 era sull'altare dei Rocci (v. nota 33), nel 1635 i Reggenti "Hanno ordinato che la sudetta Imagine della B. V. delle Gratie sii quanto più presto sarà possibile levata dall'altare di San Silvestro dove di presente è situata […] portata e riposta nella capella e all'altare di San Giovanni Battista. Poi il 16 giugno 1667 "si ordina la costruzione dell'ancona di marmo all'altare della Madonna delle Grazie", in seguito utilizzata per quello di San Giuseppe (cfr. *Notizie tratte dall'archivio.*…cit., p. 117); infatti nel 1668 "facto verbo qualiter ancona marmorea quae nunc aedificatur in civitate Comi pro decore altaris B.V.M. nuncupatae delle Grazie […] fero asportatione altare seu Imaginis praedictae B.V.M. Gratiarum ad altare praedictum Sancti Josephi reportando Imaginem et alia altaris praedicti Sancti Josephi ad illud B.V.M. Gratiarum" (**ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Liber Provisionum" 13 (1661-1672), cc. 45v., 46r.) (inedito).
35) Probabilmente gli anni 1667-1668 segnano la definitiva scomparsa della mensa liturgica dei Rocci-Spingeri. Cfr. **BRESCIANI,** *Memorie delle cose*…cit., pp. 24, 25, 48, 49, 249, 251.
36) Cfr. le note 27, 28, 30, 31, 32. La lettura degli atti di pagamento della Cattedrale dal 1569 (**ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Registri Provisionum" 3, (1553-1569) al 1642 non ha dato purtroppo alcun risultato concreto sull'avvenuta integrazione della tavola, opera d'imitazione mimetica comunque affidata ad un discreto pittore e doratore, forse uno tra quelli nominati nelle carte citate. Ma è sicuro che dal 1570 al 1581 il "Banco

Amidani", di cui il Rocci era "socio", amministrava gli affari della Cattedrale "pro eorum consueto lucro", quindi a stretto contatto colla Fabbrieria (cfr. nota 26 e **ASDCr,** Fabbriceria Cattedrale, "Libri Provisionum" 4 (1570-1581), c. 123r).

37) Per queste ed altre notizie cfr. **C. GIANNINI,** *Lessico del restauro. Storie, tecniche, strumenti*, Fiesole (FI) 1992 (I ristampa 1998), pp. 15-195; **G. TONINELLI,** *Tra Ottocento e Novecento: l'arte della conservazione e del ripristino al Museo "Ala Ponzone" di Cremona. Interventi di restauro su quadri e affreschi della Pinacoteca Civica*, in *La Pinacoteca Ala Ponzone. Dal Duecento al Quattrocento*, catalogo del Museo, a cura di M. Marubbi, Milano, Cremona 2004, pp. 63-73.

38) **B. SILVIA TOSATTI,** *Il manoscritto veneziano. Un manuale di pittura e altre arti: miniatura, incisione, vetri, vetrate e ceramiche, farmacopea e alchimia del Quattrocento*, Milano 1991, p. 170, 171, nn. 16, 26.

Un particolare ringraziamento ad Andrea Foglia, direttore dell'Archivio Storico Diocesano di Cremona; ad Angela Bellardi, direttrice dell'Archivio di Stato di Cremona; a Curzio Merlo chimico e ricercatore presso il CFP di Cremona.



Fig. 1 La pala prima del trasporto su tela



Fig. 2 La pala dopo il trasporto del 1975 - 1980



Fig. 3 Inserto della figura di sant'Anna a seguito dell'Ordine dato dai Canonici della Cattedrale nel 1569





Fig. 4 Lesena di destra con i particolari del fregio originale e dei rifacimenti e le iniziali del "discretus vir" Bernardino Rocci

IL TRASPORTO DELLE OPERE D'ARTE SENSIBILI

Ing. Franco Gugliermetti[*], Ing. Fabrizio Cumo[**], Arch. Stefania Sacripanti[***]

[*]Prof. ordinario, dip. di Fisica Tecnica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", via Eudossiana 18, 00184, Roma, 06/44585429, franco.gugliermetti@uniroma1.it
[**] Ricercatore, dip. di Fisica Tecnica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", via Eudossiana 18, 00184, Roma, 06/49919685, fabrizio.cumo@uniroma1.it
[***] Dottorando in "Riqualificazione e recupero insediativo", facoltà di Architettura "Valle Giulia", Università degli Studi di Roma "La Sapienza", via Gramsci 53, Roma, archiste73@yahoo.it

PREMESSA

L'allestimento di una mostra ed il relativo trasporto di opere d'arte costituisce un momento di criticità per le opere esposte, per le quali è necessario mettere in atto una serie di accorgimenti opportunamente coordinati da figure professionali idonee, tali da impedire che l'opera possa subire danni.
Senza queste cautele può accadere che l'esposizione, invece di costituire l'occasione per una maggiore fruizione e quindi essere fonte di cultura, generi dei rischi, pregiudicando la trasmissione alle generazioni future, importante prescrizione annoverata nella *Carta del restauro* del 1972. Si ricorda, infatti, che, mentre con la Carta di Venezia del 1964 "lo scopo del restauro è conservare e rivelare", con la Carta del restauro del 1972, per mano di De Angelis D'Ossat e di Brandi, all' articolo 4 viene messo in evidenza che la finalità del restauro è quella di trasmettere al futuro e facilitare la lettura delle opere d'arte di ogni epoca, nell'accezione più vasta, che va dai monumenti architettonici a quelli di pittura e scultura, anche se in frammenti e dal reperto paleolitico alle espressioni figurative delle culture popolari e dell'arte contemporanea. A queste si devono poi aggiungere i complessi di edifici d'interesse monumentale, storico o ambientale, particolarmente i centri storici; le collezioni artistiche e gli arredamenti conservati nella loro disposizione tradizionale; i giardini e i parchi che vengono considerati di grande importanza.
Nella Carta viene poi a definirsi il corretto significato delle parole "salvaguardia" e "restauro", dove con il primo termine s'intende qualsiasi provvedimento conservativo che non implichi l'intervento diretto sull'opera e con il secondo qualsiasi intervento volto a mantenere in efficienza, a facilitare la lettura e a trasmettere integralmente al futuro le opere. Nel termine facilitazione alla lettura o rivelazione entra tutto lo spazio della visione critica del restauro, dove la storia non resta inerte ma diviene elemento importante di interpretazione e guida. Guida non alla distruzione ma a delicate aggiunte.
Oggigiorno si parla correntemente di conservazione e di restauro come se fossero due atti distinti e separati: esistono scuole di pensiero che vorrebbero sostituire al restauro una conservazione indiscriminata, senza usare la storia come elemento di selezione; più correttamente è lecito affermare che la conservazione è la finalità intrinseca dell'atto del restauro, atto critico**,** operazione che consente di leggere l'opera dopo l'intervento in maniera storicamente più chiara o come affermava Giulio Carlo Argan, *storicamente esatta*.
Tutto questo è un accenno anche al pensiero attuale, trascurando di affrontare questioni concernenti le varie correnti di pensiero: quella del *restauro critico*, quella della linea *pan conservativa* e quella *ripristinatoria*. Tutte hanno dignità scientifica, filtrate da differenze che servono a ragionare e a formare in termini scolastici, con divergenze meno evidenti, meno forti di quanto possa far pensare la diatriba culturale, poiché allo scambio di idee si accompagna una convinzione profonda che è quella dell'amore per il monumento.

PROBLEMATICHE INERENTI AL MICROCLIMA

Le problematiche ivi enunciate investono tutti i settori legati all'organizzazione di una mostra, specialmente quelle temporanee; in particolare grande attenzione deve essere posta sulle modalità di trasporto delle opere d'arte.
A monte deve essere fatta un'adeguata differenziazione delle opere, dividendole per:
- dimensioni
- materiali
- stato di conservazione

I fattori di degrado da considerare per una corretta impostazione di una mostra o per organizzare un trasporto sono logicamente quelli ambientali; in altre parole l'ambiente e il microambiente, che si vengono a formare nei contenitori per il trasporto o nelle bacheche, devono soddisfare alcuni requisiti.
Dal punto di vista termoigrometrico, ad esempio, è necessario che vengano soddisfatti i requisiti di compatibilità in base al materiale di cui è composto il pezzo, considerando tutte quelle che potrebbero essere le problematiche connesse: formazione di agenti batterici nei materiali lignei esposti a temperature troppo alte, formazione di sali

nei materiali lapidei per temperature non idonee, processi di ossidazioni o idrolisi rispettivamente nei metalli e negli elementi cartacei, ecc.
Ovviamente esistono dei parametri da rispettare, variabili a seconda del tipo di materiale e del suo stato di conservazione.
Si riportano di seguito i principali valori termoigrometrici consigliati per assicurare le condizioni ottimali di conservazione chimico-fisica dei materiali:

MANUFATTI	UMIDITÁ RELATIVA (%)	TEMPERATURA (°C)
Armature in ferro	<40	
Avori, ossa	45-65	19-24
Bronzo	<55	
Carta, cartapesta	50-60	19-24
Collezioni anatomiche	50-60	19-24
Collezioni mineralogiche	45-60	≤30
Cuoio, pelli, pergamene	50-60	
Dischi, nastri magnetici	40-60	10-21
Erbari e collezioni botaniche	40-60	
Film	30-50	-5 +15
Fotografie (b/n)	20-30	2-20
Insetti e scatole entomologiche	40-60	19-24
Lacche orientali	50-60	19-24
Legno	40-65	19-24
Legno dipinto	40-65	19-24
Libri, manoscritti	50-60	19-24
Materiale etnografico	40-60	19-24
Materiale organico in genere	50-60	19-24
Materie plastiche	30-50	
Metalli e leghe levigati	<45	
Mobili con intarsi e lacche	50-60	19-24
Mosaici e pitture murali	45-60	min 6°C (inverno) max 25°C (estate) con max gradiente giornaliero 1.5°C/h
Oro	<45	
Papiri	35-50	19-24
Acquerelli, disegni,stampe	50-60	19-24
Pellicce, piume	45-60	15-21
Pitture su tela	35-50	19-24
Porcellane, ceramiche, gres, ecc.	20-60	
Seta	50-60	
Arazzi, tappezzerie	40-60	
Vetri e vetrate stabili	25-60	

In linea generale la temperatura consigliata non deve essere inferiore ai 18°C e non superiore ai 22°C , con valori di UR compresi tra il 45 e il 55%; l'esposizione alla luce non deve superare i 150 lux per i dipinti e i 50 lux per tipologie di opere particolarmente sensibili (arazzi, disegni, incisioni, fotografie, ecc.)

Nel caso di un allestimento è indispensabile tenere conto non solo delle condizioni ideali di temperatura ed umidità ma anche delle variazioni termo-igrometriche cui le opere sono soggette nell'essere spostate dagli imballaggi all'interno dei mezzi di trasporto sino alle sale espositive, variazioni che possono essere particolarmente dannose soprattutto per quelle opere che presentano strati pittorici particolarmente delicati o già in avanzata fase di degrado. Nel caso, ad esempio, di materiale cartaceo e/o di testi antichi, è stato dimostrato che se un testo è stato conservato per anni in ambienti in cui non era presente un adeguato sistema di condizionamento, è preferibile mantenere quegli stessi livelli di temperatura ed umidità anziché modificarli bruscamente, rischiando di compromettere seriamente l'integrità materica del testo. Se invece si notano degradazioni biologiche o chimiche, allora sarà necessario modificare la temperatura e l'umidità dell'ambiente di conservazione, modifiche che comunque devono avvenire sempre molto lentamente per evitare le deformazioni suddette.

PROBLEMATICHE RELATIVE AL TRASPORTO DELLE OPERE:
- Sistemi di imballaggio
- Condizioni per la sicurezza
- L' esempio del *Satiro danzante*
- Proposte per il miglioramento delle condizioni di sicurezza

I SISTEMI DI IMBALLAGGIO

Sulla base di quanto enunciato, si rende quindi necessario predisporre contenitori o casseforme con interposte intercapedini ed opportuni materiali isolanti (gel di silice, vermiculite, lana di vetro, ecc.) in grado di creare un microambiente nel quale l'opera è perfettamente conservata e nel quale l'isolante assolva perfettamente al compito di assorbire o cedere acqua, qualora il gradiente di umidità subisca repentine variazioni, mantenendo in questo modo le condizioni iniziali volute. È necessario inoltre che il contenitore sia a prova d'acqua, che non presenti soluzioni di continuità e che possieda un certificato di collaudo.
Generalmente le casseforme più semplici sono in compensato spesso 1-2 cm, a seconda del peso dell'opera trasportata, all'interno delle quali vengono interposti strati di polistirolo espanso, poliuretano o polistirene per attutire gli urti durante il trasporto. Le opere sono bloccate internamente utilizzando sistemi a *morali* o a *dime*. Nel primo caso il montaggio è molto semplice, trattandosi di semplici elementi di giunzione che corrono da una parte all'altra della cassa, consentendo il bloccaggio del pezzo trasportato senza particolari difficoltà. Questo tipo di sistema viene utilizzato quando non siano richieste particolari esigenze nel trasporto, trattandosi di elementi resistenti e senza particolari decorazioni o elementi in aggetto e rappresenta non solo il sistema più semplice ma anche quello più economico, data la facilità di montaggio. Il sistema a dime invece viene usato per pezzi particolarmente fragili o di elevato valore artistico. Esso consiste nel bloccare l'opera mediante elementi opportunamente sagomati che vanno ad "incamiciare" l'elemento. Ovviamente si tratta di un processo più lungo in quanto il sistema di protezione viene fatto *ad hoc* e, chiaramente, comporta tempi e spese maggiori.
In ogni caso gli stessi mezzi di trasporto hanno sistemi di ammortizzamento che consentono l'attenuazione degli urti, così come anche i carrelli che vengono usati per lo scarico delle casse, dotati di ruote molto alte in grado di minimizzare vibrazioni che potrebbero essere trasmesse alle opere.

CONDIZIONI PER LA SICUREZZA

Altra problematica è quella legata all'eventualità di furti o di sabotaggi. Si attesta di grandissima importanza la pianificazione del viaggio, la suddivisione del carico, la presenza di un'eventuale scorta e la disponibilità di una telesorveglianza, unitamente alla predisposizione di piani di emergenza.
Interruzioni o soste frequenti rappresentano un elemento di alto rischio, soprattutto in assenza o inadeguatezza dei sistemi di custodia e di sorveglianza. Appare dunque di estrema importanza la funzione svolta da idonei imballaggi mediante l'uso di viti speciali e sigillature, ai fini di proteggere l'opera da aperture non autorizzate.
Una necessaria differenziazione deve essere fatta in relazione al tipo di trasporto.
Le spedizioni internazionali, in particolar modo quelle effettuate via aereo, comportano rischi maggiori causati non solo dalla lunghezza del tragitto ma anche dalle diverse modalità del trasporto, dalla necessità di superare svariati posti di controllo e dalle numerose operazioni di carico e scarico merci, generalmente compiute da personale non direttamente controllabile. Si rende quindi necessario l'accordo preventivo con il responsabile della sicurezza della compagnia aerea relativamente alla possibilità di ritardi, cancellazioni o dirottamenti dei voli in caso di condizioni meteorologiche avverse su aeroporti non adeguatamente attrezzati per la custodia e la sicurezza. È bene inoltre, ai fini di una maggiore sicurezza, che la collocazione delle opere avvenga in cabina o in stive pressurizzate; è poi obbligatorio che uno o più addetti dell'impresa dei trasporti affianchi il personale aeroportuale durante le operazioni di carico e scarico, così che la cassa venga movimentata con gli adeguati accorgimenti.
Il trasporto marittimo è invece altamente sconsigliabile per i lunghi tempi che comporta e per il fatto che all'interno delle stive vengono raggiunte temperature troppo alte, in ragione oltretutto della lunga permanenza delle opere all'interno delle stesse, tali da inficiare la conservazione della merce trasportata.
Nei trasporti a mezzo ferrovia si rende necessario il collocamento delle opere in vagoni chiusi, all'occorrenza opportunamente climatizzati. Questa tipologia di trasporto richiede molta attenzione per la necessità di controllo che richiede e per la mancanza, a volte, degli opportuni accorgimenti tra uno scalo e l'altro.
Per il trasporto su strada invece dovranno essere adoperati veicoli furgonati e climatizzati, ininterrottamente sorvegliati anche durante le soste e con l'utilizzo di almeno due addetti.

L'arrivo delle opere presso la sede espositiva costituisce un'ulteriore delicata fase nella quale non è solo doverosa ma strettamente necessaria la presenza di addetti alla sorveglianza durante lo scarico dei beni e la temporanea giacenza in luoghi protetti, prima di essere allocati nelle sale espositive.
Un piano di sicurezza deve pertanto essere pensato anche per ritardare eventuali azioni di sabotaggio e/o furto, permettendo alle autorità competenti di intervenire prontamente. Solo una saggia compenetrazione di misure di difesa fisica ed elettronica unitamente all'indispensabile supporto del personale potrà offrire la massima garanzia di protezione. Parte degli oggetti in mostra può essere racchiusa in speciali vetrine per ragioni non solo climatiche ma anche di sicurezza.
Negli ultimi anni, dati i frequenti casi di furto e/o di danni alle opere, si è rilevato l'incremento delle polizze assicurative nell'ambito del trasporto delle opere, con un'ottima risposta da parte delle compagnie di assicurazione in ragione del ritorno d'immagine che la presenza di importanti avvenimenti artistici può apportare alle stesse.
Sotto il profilo tecnico, la polizza "mostre d'arte" è un particolare prodotto nel quale confluiscono esigenze e problematiche di natura diversa: una componente "trasporti" relativa ai trasferimenti, abbinata ad una componente "stock" tipica della fase espositiva.
A questo proposito il comando dei Carabinieri per la tutela del patrimonio culturale ha documentato oltre 37.000 furti negli ultimi trent'anni (circa 100 al mese) e più di 550.000 oggetti trafugati.
Proprio in ragione di queste statistiche e del fatto che gran parte del patrimonio nazionale risulta privo di catalogazione, le stesse compagnie sono riluttanti a stipulare polizze se non vengono riscontrate adeguate misure di prevenzione, anche perché la copertura assicurativa richiesta dai prestatori non può sostituire o supplire le procedure di difesa ma deve essere stipulata solo ad integrazione di tale protezione. D'altronde il risarcimento assicurativo non può certo coprire la perdita, se non addirittura la distruzione di un'opera.
La stipula di un contratto prevede dunque un oneroso impegno da parte della compagnia assicurativa che le conferisce il diritto di intervenire nell'organizzazione e nell'implementazione dei sistemi di sicurezza.
Tuttavia, al momento attuale, da un'attenta verifica sui sistemi di controllo in dotazione agli enti esercenti o controllanti di movimentazione merci, dove è prevista la molteplicità di movimentazione di merci di diversa tipologia e di risorse umane a servizio della movimentazione stessa, è stata riscontrata l'inadeguatezza di tali sistemi che, non riuscendo ad individuare con certezza i movimenti del personale esterno all'organizzazione stessa (corrieri, trasportatori, ecc.), sottopongono gli enti esercenti ad un continuo investimento sul personale di sicurezza e di controllo. Questi investimenti sono volti soprattutto ad attuare un servizio di prevenzione continuo sull'integrità delle merci in transito e sul personale non dipendente ma circolante nell'area di pertinenza delle merci; servizio che, nonostante venga svolto in modo capillare, spesso non è sufficiente a garantire l'inattaccabilità degli accessi, in quanto soggetto continuamente a variabili non classificabili derivanti dalla natura stessa della tipologia e della composizione del servizio.

IL CASO DEL SATIRO DANZANTE

Un caso molto interessante è stato quello relativo al trasporto del *Satiro danzante* all'Expo di Aichi in Giappone. Il Satiro Danzante, statua del IV secolo a.C., è stato ritrovato nelle acque del canale di Sicilia senza le braccia, senza la gamba destra su cui in antico poggiava e con la gamba sinistra staccata dal corpo. Il bronzo era gravemente danneggiato dalla corrosione e vistose concrezioni marine ricoprivano la superficie, nascondendo il modellato plastico. Restituire unità formale alla statua e presentarla in piedi, in posizione corretta, era un difficile problema di restauro che si è dovuto affrontare, in aggiunta ai problemi che interessavano i trattamenti della corrosione e la pulitura della superficie. La mancanza della gamba poggiante non consentiva la presentazione della statua in piedi, senza l'ausilio di un idoneo sistema di supporto che poteva essere formato da un' asta accoppiata ad un'armatura interna di sostegno in grado di svolgere tale funzione. Questo sistema doveva essere non invasivo, reversibile, facilmente collocabile all'interno del getto di fusione e tale da non interferire con l'immagine della statua, tenuto conto anche dello stato di conservazione del bronzo. A causa dunque di alcune parti mancanti e del degrado in cui versava la scultura, si sono avuti elementi di forte scetticismo relativi alla movimentazione dell'opera. Tuttavia, data l'importanza dell'evento, è stato messo a punto dall'ICR un interessante studio basato sulla scansione laser 3D, eseguendo il rilievo geometrico del Satiro (fig.1)

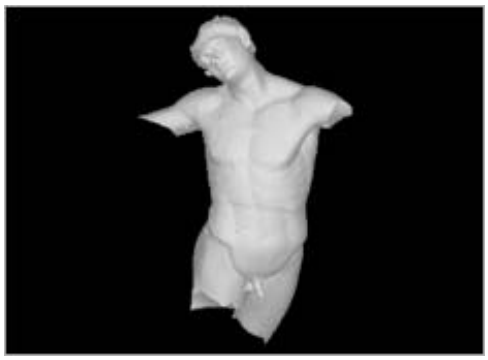


Figura 1: particolare del prototipo



Figura 2 : prototipo della protezione

per generare il corrispondente modello digitale 3D ad alta risoluzione. In questo modo è stato possibile visualizzare la forma della statua sul monitor del computer per studiare virtualmente l'assetto più probabile ed analizzare come la gamba staccata poteva essere ricongiunta, simulando nelle tre dimensioni dello spazio tutte le possibili posizioni. In pratica si sono create le condizioni sufficienti e necessarie per cercare la soluzione più adatta a restituire unità formale alla statua, cercando l'assetto più attendibile per la sua presentazione, progettando il sistema di supporto, prefigurandolo virtualmente prima della sua realizzazione ed applicazione all'opera originale. Per il trasporto della scultura si è poi reso necessario adottare un sistema atto a garantire le massime garanzie di sicurezza. Proprio per questo i tecnici dell'ICR si sono rivolti alle tecnologie di lavorazione dei materiali compositi, basate sulla laminazione di fibre di carbonio e di carbon_kevlar, mettendo a punto una sorta di "guscio"(fig. 2) tale da proteggere ottimamente il prezioso contenuto. All'interno è stata poi alloggiata un'armatura che serve per esibire il Satiro in piedi nella sua posizione originale e per consentire di alloggiare o sfilare facilmente l'asta principale di supporto e quella secondaria di ancoraggio della gamba sinistra, ogni volta la statua debba essere posizionata o smontata dal suo supporto (Figg. 3 e 4).
Relativamente a questo caso non sono state pubblicate informazioni sulle modalità di trasporto e sulle condizioni di sicurezza adottate.



Figura 3: supporto



Figura 4: particolare del supporto

PROPOSTE PER IL MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA
La proposta inerente a questo studio è relativa ad un sistema di controllo dei furgoni preposti al trasporto delle opere, che sfrutta il sistema GPRS per l'esatta e continua localizzazione in tempo reale del furgone. Il sistema proposto riguarda il trasporto d'opere d'arte da effettuarsi senza scorta e quindi in riferimento a mostre di piccola entità ed importanza.
Questo tipo di sistema, usufruendo della rete WEB, fornisce coordinate che, opportunamente interpolate, garantiscono un aggiornamento continuo del tragitto compiuto dal veicolo, permettendo di registrare eventuali deviazioni rispetto al percorso prestabilito e permettendo dunque di allertare le autorità competenti riguardo alle eventuali variazioni. Si tratta di un sistema che è già utilizzato per i furgoni portavalori e che è auspicabile estendere anche a questo particolare tipo di trasporto.

Nel caso, quindi, di un'eventuale difformità rispetto al tragitto, è possibile inviare informazioni criptate ad un centro elaborazione dati (CED) in grado di elaborare un nuovo percorso. Nel caso poi di mancato rispetto delle nuovi disposizioni, si prevede la messa in atto di un piano operativo, le cui modalità variano da zona a zona, in base alle direttive delle autorità ed ai mezzi a disposizione.
Per quel che riguarda la protezione interna dei veicoli, è necessario che essi siano dotati almeno di un sistema di sicurezza cosiddetto "capacitivo", caratterizzato dalla presenza, sulla parte inferiore e superiore del furgone contenente le opere, di una lamina di metallo (in genere rame o acciaio) collegata ad un circuito, in grado di realizzare una differenza di potenziale, cioè un campo dielettrico che tiene conto sia dei materiali presenti che dell'aria. La differenza di potenziale viene registrata dal CED al momento della partenza e dell'arrivo, registrando le variazioni significative durante tutto il percorso ed attivando un sistema di allarme qualora si registrino sottrazioni, sabotaggi o sostituzioni del materiale trasportato, garantendo inoltre un margine di tolleranza rispetto ai movimenti del furgone. L'allarme può essere di tipo locale, cioè interno al veicolo ma può anche interfacciarsi con il GPRS. Il sistema di allarme generalmente viene posto all'interno del connettore che collega la motrice al cassone, così da attivarsi nel caso di distacco dei due elementi.
Ad implementare questo sistema, che già di per sé rappresenta un buona frontiera per la sicurezza delle opere d'arte, si auspica l'integrazione di sensori di peso (microswitch) posti sotto i sedili, tali da registrare sia eventuali cambi alla guida sia eventuali assenze di persone a bordo, che potrebbero seriamente compromettere la sicurezza del carico trasportato.
Ulteriore implementazione è la dotazione di microcamere da installare sia nella motrice che nei cassoni. Le immagini registrate possono essere a circuito chiuso oppure inviate con il GPRS al CED. In questo caso però si può verificare un problema di iperaffollamento dei dati sulla banda di trasmissione: si rende quindi necessario stipulare un apposito contratto con il gestore telefonico o integrare il sistema con il GPS. Per una maggiore condizione di sicurezza, si consiglia un monitoraggio continuo, del tipo H24. Alternativo al sistema GPS è il sistema della rete cellulare, che sfrutta frequenze diverse. I limiti rispetto a questi due sistemi ivi enunciati risiede nel fatto che il dato GPRS non può passare da una cellula ad un'altra, così come avviene nella rete cellulare, per cui nel momento in cui si verifica un'assenza di copertura e quindi una "frammentazione", il dato è perso ed occorre realizzare una nuova configurazione. Questo non avviene invece con la rete cellulare (sistema GSM) che però è molto più lenta nell'invio e nella ricezione dei dati, rendendo di conseguenza il GPRS preferibile rispetto al GSM.
Tutte queste metodologie di controllo dei veicoli non rendono le opere d'arte esenti dalla possibilità di furti. Anche l'applicazione sulle singole casse di codici a barre che ne registrano l'entrata e l'uscita dal veicolo e che, utilizzando un sistema transponding, possono dare informazioni per l'immediata identificazione degli elementi sottratti, risulta fortemente limitativa.
Per questo motivo gli studi attuali si stanno orientando sulla possibilità di utilizzare i risultati della ricerca sulle nanotecnologie per rendere localizzabile ogni singolo pezzo, così da evitarne la trafugazione, il riciclaggio o eventuali danni, attraverso l'uso del rodio, cioè sfruttando la possibilità di rendere le opere lievemente radioattive e quindi facilmente rintracciabili.
Infatti l'utilizzo in dosi minime di radionucleidi, quali ad esempio il rodio, senza alcun danno per la salute umana a causa dei bassissimi livelli di radiazioni emesse e conseguentemente delle dosi assorbite, anche per lunghi tempi di esposizione, permette così l'utilizzo di un rivelatore per rintracciare il passaggio di opere d'arte trafugate.
Ciò che interessa in questa sede sottolineare è che la sperimentazione, la proiezione al futuro ed un atteggiamento interlocutorio rispetto ad altri ambiti d'applicazione e ad altre tecnologie devono essere un imperativo categorico messo a servizio dell'aspetto fondamentale da cui deriva questo studio: la tutela delle opere d'arte.

BIBLIOGRAFIA

Conservazione e restauro
Brandi C., *Teoria del restauro*, Einaudi, Torino 1977, Ministero della Pubblica Istruzione, *Carta del Restauro 1972*
Esposizione, movimentazione, imballaggio e trasporto
AA.VV., *La sicurezza dei beni culturali nel trasporto*, Atti del Convegno, Ministero per i beni culturali ed ambientali, Istituto Centrale per il Restauro, Roma 9 dicembre 1988
Parametri climatici, De Santoli L., Moncada Lo Giudice G., "Progettazione di impianti tecnici", CEA, Milano, 2000. Bernardi A., *Esempi di variazioni microclimatiche in ambienti museali*, in *Materiali e strutture*. *Problemi di conservazione*, IV, 1, 1994, pagg, 21-35

CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DI POSITIVI FOTOGRAFICI DEL PERIODO 1890-1910: DEGRADO E CONSERVAZIONE

Barbara Cattaneo[*], David Chelazzi[**], Rodorico Giorgi[***], Tiziana Serena[****], Curzio Merlo[*****], Piero Baglioni[******]

[*] Restauratore della carta, Biblioteca nazionale centrale di Firenze - laboratorio di restauro, piazza Sant'Ambrogio, 2, 50121 Firenze. Tel: +39 05524919401 int 405. E-mail: barbara.cattaneo@beniculturali.it.

[**] Studente post-doc, Dipartimento di Chimica e C.S.G.I, Università di Firenze, via della Lastruccia 3- Sesto fiorentino 50019, Firenze. Tel: +39 0554573049. E-mail: chelazzi@csgi.unifi.it.

[***] Ricercatore, Dipartimento di Chimica e C.S.G.I, Università di Firenze, via della Lastruccia 3- Sesto fiorentino 50019, Firenze. Tel: +39 0554573050. E-mail: giorgi@csgi.unifi.it.

[****] Professore associato, Dipartimento di Storia delle Arti e dello Spettacolo, Università degli Studi di Firenze, Via della Pergola, 48 I- 50121 Firenze. Tel: +39 0552631314. E-mail: tiziana.serena@unifi.it.

[*****] Direttore del Laboratorio di Chimica alla scuola professionale CFP di Cremona, via Cesari, 7 26100 – Cremona, Tel: +39 0372403414. E-mail: lab.chimica@cfpcremona.it.

[******] Professore ordinario di chimica-fisica, Dipartimento di Chimica e C.S.G.I, Università di Firenze, via della Lastruccia 3- Sesto fiorentino 50019, Firenze. Tel: +39 0554573033. E-mail: baglioni@csgi.unifi.it.

Abstract

La maggior parte dei materiali fotografici viene oggi caratterizzata tramite l'analisi visiva e la microscopia ottica, utilizzando dei *decision trees* per identificare e classificare le tecniche ed i materiali utilizzati. Tuttavia, nel caso di materiali particolarmente degradati, queste procedure possono portare a errori e ambiguità; si rende quindi necessaria un'indagine qualitativa e quantitativa più approfondita utilizzando tecniche diagnostiche appropriate. Queste, unite ad uno studio della letteratura storica, permettono di identificare la presenza di materiali specifici, di risalire alle tecniche fotografiche, e di caratterizzare lo stato di degrado dei positivi fotografici. In questo contributo sono stati presi in esame due gruppi di fotografie, realizzate con tecniche diverse e risalenti al periodo 1890-1910. Le foto provengono da un'unica collezione, e sono state quindi conservate nelle medesime condizioni ambientali. Il loro degrado differenziato è quindi dovuto all'impiego delle diverse tecniche di realizzazione. I positivi sono stati studiati mediante tecniche non invasive (FTIR in microriflettanza e ATR, XRF) e micro-invasive (SEM-EDS), e, sulla base delle analisi, sono state formulate alcune ipotesi sul livello del loro degrado.

Introduzione

La produzione fotografica italiana ed europea, nel periodo antecedente la prima guerra mondiale, è caratterizzata da un'eterogeneità di tecniche e di prodotti tecniche e nei prodotti utilizzati **[1-10]**. Il primo passo verso la conservazione del materiale fotografico risiede perciò nella caratterizzazione di tali tecniche e prodotti, e nella valutazione del livello effettivo di degrado delle opere. Solitamente, le analisi sono svolte tramite la mera osservazione visiva, al microscopio e non, basandosi sull'esperienza individuale e su strumenti quali la *flow chart* di James Reilly **[11]** e vari *decision trees* proposti da biblioteche e musei. Questi strumenti sono indubbiamente validi nella maggior parte dei casi, tuttavia l'interpretazione di *decision trees* e *flow chart* può risultare ambigua a causa di particolari condizioni di degrado delle superfici dei positivi, o dell'adozione da parte dell'artista di tecniche di viraggio o finitura estetica (ad esempio, tintura delle carte con aniline instabili alla luce **[12]**). In alcuni casi fortuiti, il tipo di carta utilizzata, e quindi la tecnica fotografica impiegata, è dichiarata sui cartoncini di montaggio, definiti "supporto secondario" (la carta a contatto con lo strato di legante o di emulsione viene definita "supporto primario").

Una problematica particolare riguarda l'identificazione dei leganti, entrati in uso per contribuire alla stabilità e alla leggibilità dell'immagine finale. Tra il 1890 e il 1910 erano in uso tre leganti: l'albumina (brevettata da Louis Desiré Blanquart-Evrard, 1850), il collodio (Frederick Scott Archer, 1851) e la gelatina (Richard Leach Maddox, 1871). Dopo la prima guerra mondiale, la produzione di carte all'albumina e al collodio ad annerimento diretto (definite anche 'POP', acronimo di 'printing out papers', in cui l'immagine si rivela attraverso l'azione della luce, quindi con la sola esposizione al sole o alla luce artificiale) fu drasticamente ridotta, a fronte della diffusione delle gelatine bromuro d'argento a sviluppo ('DOP', 'developing out paper', in cui l'immagine latente viene sviluppata in agenti chimici **[13]**). Le gelatine AgBr su carta baritata dominarono il mercato fino alla seconda guerra mondiale, subito dopo la quale si diffusero le carte politenate ('RC', 'resin coated') e più avanti i materiali cromogeni.

Per caratterizzare propriamente le opere, dunque, si rende necessaria la congiunzione tra un approccio storico-critico ed adeguate indagini chimico-fisiche. Come esempio di questo *modus operandi*, si è proceduto alla caratterizzazione di due serie di ritratti realizzati da due diversi studi europei. Due esemplari provengono dallo Studio R. Paoli di Firenze e tre dall'Atelier E.Von Eggert di Riga. I ritratti sono datati fra il 1890 e il 1910, così come testimoniato dalle note manoscritte e dalle stampigliature presenti sui supporti secondari, e si distinguono per l'estrema eterogeneità delle tecniche utilizzate.
Ogni serie è stata sicuramente conservata nelle medesime condizioni ambientali per decenni, come parte della collezione privata dei proprietari. Questo significa che i termini di invecchiamento naturale così come gli agenti di degrado esterno devono aver influenzato le serie in modo analogo e costante. Le differenze di stato di conservazione dei singoli ritratti, palesi ad una semplice analisi visiva, sono pertanto ascrivibili al tipo di tecnica fotografica usata. I cinque positivi usati come campioni (figura 1) sono stati caratterizzati inizialmente attraverso un'osservazione visiva e sotto ingrandimento con l'aiuto dei *decision trees* **[12,14]**; quindi sono state eseguite delle analisi qualitative e semi-quantitative. I cinque campioni, di seguito denominati Paoli 1, Paoli 2, Eggert 1, Eggert 2, e Eggert 3 (vedi figura 1) sono stati sottoposti ad analisi visuale e chimica e sono state ricercate le relazioni tra la tecnica fotografica e il livello di degrado. Bisogna inoltre tener presente che ogni fotografia deve essere considerata come un sistema in cui ogni singolo strato costitutivo ha problemi specifici di degrado.
Le cause tipiche e i relativi effetti che causano il degrado dei positivi fotografici sono riportati nella tabella 1, schematizzati in base al tipo di supporto, alla natura del legante e al tipo di tecnica argentica utilizzata.

a) 

b) 

Figura 1



Figura 1. I cinque ritratti analizzati, a) Paoli 1, b) Paoli 2, c) Eggert 1, d) Eggert 2, e) Eggert 3. In Fig. 1b sono evidenziate le aree dove è maggiore la formazione di specchio d'argento.

Tabella 1: Principali cause ed effetti del degrado delle fotografie, correlate al diverso tipo di supporto, strato di emulsione e tecnica argentica utilizzati.

Sistema	Cause principali	Effetti principali
Supporto secondario: cartoncino di montaggio	ossidanti, acidità, microorganismi	foxing, ingiallimento, fragilità
Supporto primario: carta	ossidanti, acidità, microorganismi	foxing, ingiallimento, fragilità
Barite	Alta umidità relativa, microorganismi	presenza di macchie, fragilità
Strato di emulsione: albumina	ossidanti, microorganismi	formazione di composti di zolfo, presenza di macchie, ingiallimento, fissurazione
Strato di emulsione: collodio	ossidanti	formazione di composti di zolfo, presenza di macchie, ingiallimento
Strato di emulsione: gelatina	ossidanti, microorganismi,	formazione di composti di zolfo, presenza di macchie, rigonfiamento, ingiallimento
Immagine argentica: tecniche POP	Ossidanti	formazione di solfuri, sbiadimento, decolorazione
Immagine argentica: tecniche DOP	Ossidanti	formazione di solfuri, specchio d'argento

Materiali e metodi

Tutte le fotografie sono state osservate sotto microscopio ottico (Reichert-Zetopan Zeiss). La microscopia a scansione elettronica (SEM) e la tecnica EDS (Energy dispersive spectroscopy) sono state effettuate su microcampionamenti prelevati dalle aree delle basse luci, dove si sospettava la presenza di agenti di viraggio. A questo proposito è stato utilizzato il microscopio combinato Stereoscan S360 - Oxford-Cambridge con spettrometro a dispersione di raggi X (EDS) Inca x-sight - Oxford-Cambridge. I microcampionamenti per l'analisi SEM/EDS sono stati prelevati grazie ad un ago da siringa modificato (diametro di 0.6 mm). L'EDS ha permesso l'analisi elementare e una caratterizzazione localizzata dello strato del legante, dunque dell'immagine **[15]**. L'indagine XRF è stata successivamente eseguita nelle stesse aree dell'EDS, accanto ai microprelievi, per poter comparare le risposte.
Le superfici sono state investigate con uno spettrometro portatile XRF (Fluorescenza a raggi X) EIS Model XRS38 in grado di identificare tutti gli elementi che hanno numero atomico superiore a 12. L'area di indagine superficiale è di 3mm di diametro. Questa tecnica è non invasiva e non distruttiva.
La spettrometria in microriflettanza infrarossa (Micro-FTIR) e la spettrometria infrarossa in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR), eseguite con Thermo Nicolet Nexus 870 FT-IR, sono state effettuate per analizzare i composti organici. A tale proposito sono stati utilizzati spettri di riferimento presi dalle librerie IRUG (Infrared and Raman Users Group) **[16]** e dalla letteratura disponibile **[17-22]**.
Inoltre, per approfondire la caratterizzazione in IR, in particolare dei leganti albumina e gelatina, sono stati realizzati degli standard versando delle soluzioni pure su vetrino. L'albumina è stata ricavata sia da chiare d'uovo filtrate che da albumina liofilizzata disponibile in commercio.

Risultati sperimentali

L'analisi elementare dei positivi fotografici è di importanza primaria nella determinazione della composizione materica e, quindi, nella caratterizzazione delle tecniche fotografiche. È stato possibile, in particolare, valutare l'apporto alla caratterizzazione dei materiali fornito dalle due diverse tecniche di indagine coinvolte, XRF e SEM-EDS. L'XRF presenta il vantaggio della non invasività, ma ha fornito informazioni esclusivamente qualitative, mentre con l'EDS è stato possibile ricavare informazioni semi-quantitative sulla composizione materiale delle foto. L'indagine in infrarosso, invece, è stata impiegata per la caratterizzazione dei leganti. Albumina, collodio e gelatina mostrano infatti picchi diagnostici nella regione compresa fra i 1300 e i 1600 cm^{-1} **[17]**. In particolare, gelatina e albumina hanno bande a 1580 cm^{-1} , tipiche delle sostanze proteiche, mentre il collodio ha un picco a 1300 cm^{-1}. Particolare attenzione è stata poi riservata al confronto tra una caratterizzazione dei positivi basata sulle usuali tecniche di

riconoscimento (analisi visiva, *decision trees*) e sull'indagine chimico-fisica.
Il primo positivo preso in esame è quello denominato "Paoli 1". La fotografia mostra una superficie *matte* graffiata, che non presenta decolorazione, e le aree delle basse luci sono intense, con un aspetto leggermente lucido che potrebbe essere confuso a prima vista con una forma di specchio d'argento. La tonalità profonda grigio-nera suggerisce un viraggio oro o platino, oppure combinato oro/platino. Le fotografie al collodio, infatti, erano spesso trattate con un doppio bagno di viraggio oro/platino per ottenere toni neri profondi **[6,11,23]**. I viraggi oro e platino, che possono essere descritti dalle equazioni chimiche Ag + AuCl Au + AgCl e Ag + $KPtCl_2$ KCl + AgCl + Pt, erano ritenuti responsabili dell'arricchimento dei toni dell'immagine (figura 1a), e della sua maggiore stabilità, grazie alla sostituzione del 25 % dell'argento con metalli nobili. In base ai *decision trees*, si è ipotizzato che la foto fosse stata realizzata tramite una tecnica ad annerimento diretto, impiegando cloruro d'argento su una carta baritata, utilizzando collodio come legante. La baritazione consisteva nel trattare la superficie della carta in sede di produzione industriale, con solfato di bario addizionato a gelatina, amido o caseina, a seconda della finitura desiderata (*glossy*, *matte*, *semi-matte*, ecc) **[5,7]**.

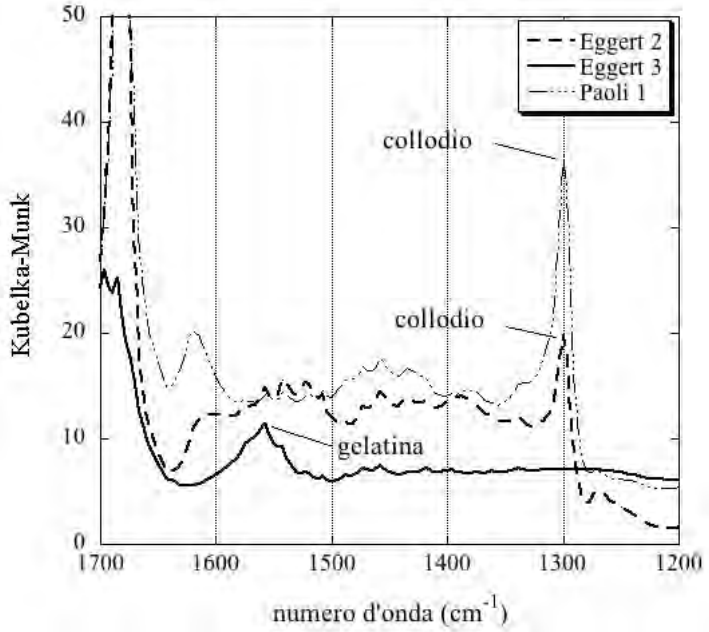


Figura 2. Spettri FTIR in microriflettanza dei campioni Paoli 1, Eggert 2 e 3. Il picco a 1300 cm^{-1}, tipico del collodio, è indicato nello spettro di Paoli 1 e in quello di Eggert 2. La banda a 1580 cm^{-1}, tipica di albume e gelatina è indicata sullo spettro di Eggert 3.

La presenza del collodio come legante è stata confermata dalle analisi micro-FTIR and ATR-FTIR (figura 2). In tabella 2 sono riportati i pesi atomici percentuali degli elementi trovati tramite EDS su tutti i campioni esaminati, indicando l'area di provenienza dei singoli campioni.
La foto "Paoli 1" è stata microcampionata in due aree delle basse luci. La prima area campionata, denominata "area della cintura" (vedi tabella 2) mostra in EDS la presenza di bario e zolfo circa nella stessa percentuale. Questo dato conferma la presenza di uno strato di barite ed evidenzia l'assenza di fenomeni di solfurazione dell'argento nell'emulsione, che avrebbero portato alla formazione di solfuro d'argento, e quindi alla rilevazione di un eccesso di

Tabella 2: Percentuale dei pesi atomici degli elementi trovati tramite indagine EDS sui cinque campioni Paoli 1,2 e Eggert 1,2,3, campionati in aree diverse.

	Paoli 1 area basse luci, "area della cintura"	Paoli 1 area basse luci, "orlo della gonna"	Paoli 2 area basse luci, assenza di specchio d'argento	Paoli 2 area basse luci, specchio d'argento
Elemento	% peso atomico	% peso atomico	% peso atomico	% peso atomico
S	9.8	9.2	2.9	4,5
Cl	—	—	0.8	1.5
Ca	0.5	0.3	0.2	—
Fe	—	—	1.9	—
Ag	2.3	0.9	4.9	5.3
Ba	9.0	8.1	1.9	3.3
Au	tracce	tracce	—	—
Pt	0.5	0.3	—	—

	Eggert 1 area basse luci	Eggert 2 macchia gialla	Eggert 2 area basse luci	Eggert 3
Elemento	% peso atomico	% peso atomico	% peso atomico	% peso atomico
S	7.2	13.1	13.8	6.9
Cl	1.5	—	—	1.0
Ca	0.4	—	—	0.5
Fe	—	—	—	—
Ag	4.6	0.6	1.7	1.3
Ba	4.5	11.5	12.2	—
Al	4.0	—	—	—
Sr	—	0.8	0.6	—

zolfo rispetto al bario. Si è evidenziata inoltre la presenza di platino. Il secondo microcampione è stato prelevato in corrispondenza dell'area denominata "orlo della gonna". L'analisi in EDS mostra anche in questo caso percentuali simili di zolfo e bario. L'analisi in XRF effettuata su entrambe le aree rivela, oltre al bario, allo zolfo e all'argento, la presenza di iodio, manganese, ferro, calcio, cloro e stronzio, ma non oro o platino. Per quanto riguarda il cloro, si può ipotizzare che esso sia dovuto a tracce di alogenuro di argento non ridotto e non rimosso durante il lavaggio. È noto infatti dalla letteratura che le emulsioni ad annerimento diretto venivano realizzate con cloruro o cloro-bromuro d'argento, mentre le emulsioni a sviluppo, usate con maggiore facilità sotto gli ingranditori, venivano realizzate con bromuro, cloro-bromo o bromo-cloro-ioduro d'argento **[24]**. Manganese e ferro sono stati rilevati anche sul cartone del supporto secondario. Questo potrebbe sottolineare come con la tecnica XRF si riesca a penetrare molto più a fondo negli strati che compongono la fotografia, rispetto all'EDS. Lo stronzio, il manganese e il ferro, tuttavia, sono elementi tipici della tecnologia della fotografia in bianco e nero a base di alogenuri di argento in uso nel XX secolo e quindi potrebbero essere presenti anche nello strato dell'emulsione.
I risultati in EDS e XRF hanno evdenziato l'importanza del microcampionamento. In particolare, è esemplificativo il caso del platino: nonostante, infatti, il bagno di viraggio sia stato probabilmente eseguito in maniera omogenea, esso ha lasciato tracce distribuite disomogeneamente sulla superficie dell'immagine.
La foto "Paoli 2" mostra un fenomeno caratteristico, denominato specchio d'argento, che consiste nella presenza di uno strato superficiale di solfuro d'argento **[25]**. La presenza di questo fenomeno e di toni grigi su sfondo uniforme di tonalità seppia, favoriscono l'identificazione dell'immagine, tramite *decision trees*, come gelatina al bromuro d'argento a sviluppo (DOP) su carta baritata *matte*, virata seppia (la gelatina al cloruro d'argento ha una bassa fotosensibilità, quindi adatta per le applicazioni POP, mentre quella al bromuro d'argento ha fotosensibilità maggiore, risultando quindi più adatta per la tecnologia delle tecniche DOP). Il viraggio seppia si eseguiva con soluzioni di fissaggio (tiosolfato di sodio) già utilizzate, dunque esauste, quindi questo trattamento è considerato un probabile agente di degrado dell'immagine. Le analisi tramite Micro-FTIR and ATR-FTIR hanno evidenziato le bande tipiche della gelatina, confermando l'identificazione del legante tramite *decision trees*. Anche Paoli 2 è stata microcampionata, per l'analisi in EDS, in due punti in corrispondenza di aree delle basse luci, in presenza o meno di specchio d'argento. In entrambi i casi l'indagine in EDS ha mostrato un eccesso di zolfo rispetto al bario. Questo dato è compatibile con il degrado da solfurazione della foto e con la presenza di solfuro d'argento in superficie, formatosi per l'interazione di ioni argento con composti di zolfo presenti nell'ambiente (H_2S). L'EDS mostra anche la presenza di cloro, imputabile alla presenza di residui di sali argentici (AgCl) non ridotti e non eliminati dal processo di sviluppo. Questo suggerisce l'utilizzo di una carta sensibilizzata al cloro-bromuro d'argento. L'indagine XRF, eseguita in punti vicini ai campionamenti, conferma la presenza di cloro. L'analisi EDS, inoltre, evidenzia un'alta quantità di argento nell'emulsione, confermando che la foto è stata ottenuta con una tecnica a sviluppo. Con questa tecnica, infatti, si ottiene, nell'emulsione, argento in forma filamentosa, mentre con la tecnica ad annerimento diretto si ottiene argento a particelle separate, quindi in quantità minore **[11]**. È noto, inoltre, come lo specchio d'argento si manifesti più spesso nei positivi alla gelatina al bromuro d'argento a sviluppo. Reilly suggerisce che questo sia dovuto al diverso meccanismo di formazione dell'immagine e al differente grado di mobilità degli ioni nella gelatina rispetto al collodio **[11]**. Affinché lo specchio si possa formare, infatti, è necessario che gli ioni argento, formati dall'ossidazione dell'argento metallico che forma l'immagine a sviluppo, migrino verso lo strato più superficiale dell'emulsione, arrivando a contatto con composti di zolfo presenti nell'atmosfera, con i quali formano particelle di solfuro d'argento. La formazione dello specchio

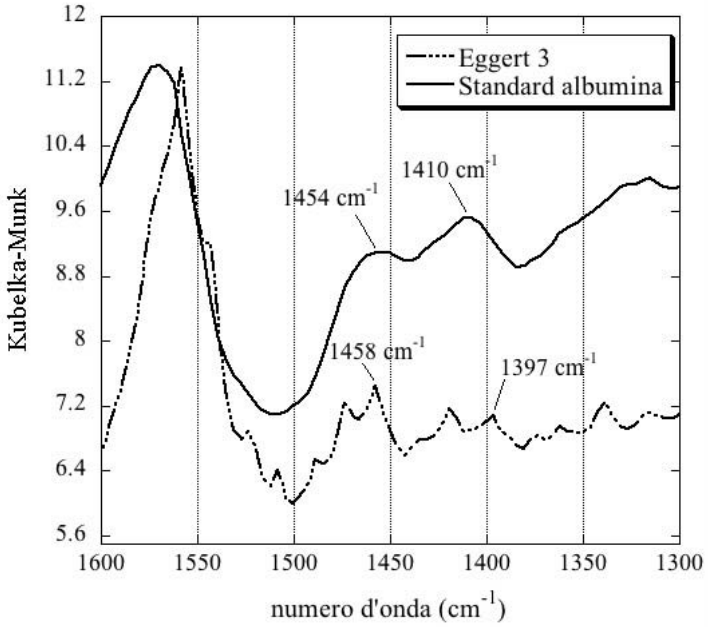


Figura 3. Spettri FTIR in microriflettanza di uno standard di albumina e del campione Eggert 3, nell'intervallo spettrale compreso tra 1300 and 1600 cm^{-1}. Sono indicate le due bande a circa 1400 e a 1450 cm^{-1}: la gelatina mostra un assorbimento più intenso attorno a 1450 cm^{-1}, mentre l'albumina intorno a 1400 cm^{-1}.

può essere anche stata favorita dal viraggio seppia, che veniva eseguito con soluzioni di tiosolfato di sodio. Il tiosolfato, infatti, può degradarsi nel tempo rilasciando zolfo reattivo che può attaccare l'argento dell'immagine nell'emulsione. Il tiosolfato è comunque impiegato per il fissaggio sia dei positivi POP, sia DOP, e può rimanere in tracce se non adeguatamente rimosso tramite i lavaggi finali.

Il campione "Eggert 1" è stato riconosciuto al microscopio come gelatina al cloruro d'argento su carta baritata *matte* (POP). La fotografia sembra in buono stato di conservazione, e presenta toni morbidi di colore bruno-rosso. Ci sono alcuni ritocchi all'acquarello che risultano leggermente più scuri rispetto al resto dell'immagine. Questo potrebbe significare che l'immagine ha subito una decolorazione, a meno che i ritocchi siano stati eseguiti in un tempo non coevo alla realizzazione dei ritratti e in una sede non professionale. L'osservazione al microscopio evidenzia la presenza di barite e di uno strato di legante spesso, suggerendo l'impiego di gelatina piuttosto che di altri leganti. La presenza di gelatina è stata confermata dall'indagine FTIR in micro riflettanza e in ATR. La foto" Eggert 1" è stata campionata in una zona di basse luci per l'indagine EDS. L'analisi ha rilevato una quantità di zolfo uguale alla somma di bario e alluminio: questo dato conferma la presenza di barite e suggerisce l'impiego dell'allume, utilizzato come indurente della gelatina. La presenza dell'allume potrebbe anche giustificare il buono stato di conservazione della foto: un trattamento d'indurimento ben riuscito probabilmente riduce la mobilità degli ioni argento all'interno del legante e previene la formazione di specchio o la decolorazione dell'immagine.

La fotografia "Eggert 2" è statta caratterizzata al miscroscopio come positivo al collodio al cloruro d'argento su carta *glossy* POP. La natura del legante è stata verificata con l'indagine FTIR in micro riflettanza e ATR (figura 2). La fotografia mostra graffi superficiali, non ci sono perdite significative dell'immagine o decolorazioni, i toni risultano ben contrastati, tuttavia si riscontra un tenue alone giallo verdastro. Si potrebbe ipotizzare che l'alone sia causato da composti solfurati, dovuti alla presenza di residui di tiosolfato di sodio (usato per il fissaggio dell'immagine e rimosso immediatamente dopo tramite un lavaggio **[11]**). La formazione di composti solfurati durante l'invecchiamento provoca, infatti, effetti diversi sul collodio rispetto alla decolorazione o allo specchio d'argento riscontrabile sulla gelatina (vedi tabella 1). Per verificare il livello effettivo di degrado è stato quindi opportuno ricorrere all'analisi elementare. Eggert 2 è stato microcampionato in un'area delle basse luci. L'indagine in EDS ha rilevato percentuali simili di zolfo e bario, confermando la presenza di barite. L'assenza di un eccesso di zolfo porta alla conclusione che la formazione di composti di zolfo sia ancora ad uno stadio iniziale, evidentemente comunque sufficiente a conferire delle alterazioni estetiche al positivo.

Sia l'indagine in EDS che quella in XRF hanno evidenziato la presenza di stronzio, utilizzato come additivo del solfato di bario in quanto più economico e con proprietà ottiche simili **[5,7]**.

Il positivo denominato "Eggert 3" rappresenta uno dei casi in cui, a causa di un avanzato degrado, la caratterizzazione visiva è ambigua. L'aspetto è molto simile a quello di un ritratto all'albumina. Lo strato di legante appare abbastanza fine e vetroso, con piccole fratture che possono essere confuse a prima vista con le fissurazioni tipiche dell'albumina degradata. L'indagine FTIR in microriflettanza e ATR è stata in questo caso risolutiva, rilevando la presenza di gelatina (figure 2 e 3). Albumina e gelatina mostrano assorbimenti simili, ma sono discriminabili per la diversa intensità relativa dei picchi intorno a 1400 e 1450 cm^{-1}. Nel caso della gelatina, infatti, il primo assorbimento è più intenso, mentre per l'albumina avviene il contrario **[19]**. L'indagine ha quindi permesso di identificare il positivo come una carta alla gelatina al cloruro d'argento, ad annerimento diretto. Una delle possibili cause del degrado della foto risiede nella scarsa qualità del supporto secondario. Il cartoncino, infatti, potrebbe aver rilasciato sostanze ossidanti che sono migrate nel legante, favorendo reazioni di ossido-riduzione dell'argento metallico, con conseguente perdita dell'immagine, che risulta infatti sbiadita. La mancanza di uno strato di barite, che può agire da barriera tra il supporto e il legante, avvalora questa ipotesi. Le analisi in EDS mostrano una consistente percentuale di zolfo (6.9%), indicativa della presenza di composti sulfurati all'interno dell'emulsione. Questi potrebbero essere derivati dal degrado del legante stesso, e dalla presenza di residui non rimossi del bagno di fissaggio con tiosolfato.

Conclusioni

Una conoscenza sempre più approfondita dei materiali impiegati in fotografia può indubbiamente essere un contributo alla storia della fotografia e alle istanze della sua conservazione. L'analisi tramite *decision trees* è spesso sufficiente per l'identificazione dei materiali e delle tecniche impiegate. Vi sono casi in cui il degrado delle superfici rende incerta l'identificazione portando quindi alla necessità di adottare metodi analitici i quali, affiancati allo studio storico-critico, completano il percorso di caratterizzazione delle opere. L'indagine chimico-fisica, inoltre, permette di approfondire le informazioni ottenibili tramite la mera osservazione visiva, ricavando informazioni semi-quantitative sulla composizione materiale dei positivi, e quindi consentendo la formulazione di ipotesi sul loro livello di degrado.
La caratterizzazione dei cinque campioni di fotografie storiche presi in esame nel presente studio è avvenuta attraverso diverse tecniche diagnostiche. L'indagine FTIR si è dimostrata efficace per l'identificazione dei leganti, risolvendo, in un caso, l'incertezza legata alla limitata applicabilità dei *decision trees* a positivi particolarmente degradati. L'interpretazione degli spettri può essere difficoltosa in caso di sostanze che hanno la stessa natura chimica, come la gelatina e l'albumina, ma le tecniche non invasive in ATR e in microriflettanza hanno permesso di distinguerle. In particolare occorre capire la natura dei leganti per via delle loro diverse sensibilità ai solventi organici e all'acqua, senza dimenticare che alcune tecniche fotografiche possono essere influenzate negativamente dagli ambienti alcalini normalmente prescritti per la conservazione della carta.
L'analisi elementare tramite EDS (microinvasiva) e XRF (non invasiva) fornisce molte informazioni sugli effetti dei trattamenti di viraggio, sulla tecnologia delle fotografie e sul loro stato di conservazione. In particolare è stato esaminato l'elemento zolfo, la sua presenza e il suo ruolo come agente di degrado.
Deteminare gli elementi in traccia, i contaminanti ed i prodotti di degrado contribuisce in modo positivo al processo del *decision making* del restauro.
Il periodo storico a cui si è riferito il presente studio è inoltre molto importante, perché tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo si è delineato il progresso delle tecniche fotografiche in tutta la sua complessità e varietà.
Questo contributo ha pertanto aiutato a migliorare la conoscenza di materiali complessi, che solo recentemente sono stati riconosciuti come beni culturali dalle leggi italiane.

BIBLIOGRAFIA

1. Bettini, U., *"Trattato generale di fotografia. Quarta edizione accuratamente riveduta e corretta dall'autore"*, Raffaello Giusti, Livorno 1897.
2. Borlinetto, L., *"Trattato generale di fotografia"*, Prosperini, Padova, 1868.
3. Gioppi, L., *"Manuale pratico di fotografia alla gelatina bromuro d'argento"*, Sonzogno, Milano, 1897.
4. Jankovich, G., *"Trattato teorico e pratico del nuovo processo per negativi di ritratti e paesaggi alla gelatina-bromuro"*, O. Pettazzi, Milano, 1880.
5. Hasluck, P. N., *"Manuale di fotografia, Prima traduzione italiana con note e aggiunte a cura dell'ing. Giulio Sacco"*, Unione Tipografico-Editrice, Torino, 1905.
6. Namias, G. R., *"Manuale teorico- pratico di Chimica fotografica, Vol. I (Processi fotografici negativi), Vol. II (Processi fotografici positivi)"*, Il Progresso Fotografico, Milano, 1910, 1912.

7. Namias, G. R., *"Enciclopedia fotografica, Manuale pratico completo e ricettario di fotografia, sixth edition"*, Il Progresso Fotografico, Milano, 1919.
8. Namias, G. R., *"Carte e viraggi per la fotografia artistica"*, Il Progresso Fotografico, Milano, 1903.
9. Santoponte, G., *"Manuale pratico di fotografia alla gelatina bromuro d'argento secondo i più recenti perfezionamenti. Quarta edizione riveduta e aumentata e in parte rifatta"*, Raffaello Giusti, Livorno, 1902.
10. Sella, V. G., *"Guide théorique et pratique du photographe, ou Art de dessiner sur verre, papier, métal, etc., au moyen de l'action de la lumière. Traduit de l'italien de V.-J. Sella et annoté par E. de Valicourt"*, Librairie encyclopédique de Roret, Parigi, 1857.
11. Reilly, J., *"Care and Identification of 19th Century Photographic Prints"*, Kodak Press, Rochester, 1986.
12. Reilly, J., *"The Albumen & Salted Paper Book: The history and practice of photographic printing, 1840-1895"*, Light Impressions Corporation, Rochester, 1980.
13. Baldwin, G., *"Looking at Photographs, A Guide to Technical Terms"*, The J. Paul Getty Museum - British Museum Press, 1991.
14. Berselli, S. and Gasparini L., *"L'archivio fotografico"*, Zanichelli, Bologna, 2000.
15. Penichon, S., *"Differences in image tonality produced by different toning protocols for matte collodion photographs"*, Journal of American Institute of Conservation 38, 1999 124-143.
16. www.irug.org (accessed 9 December 2006)
17. Christensen, M.C., *"FT-IR Techniques for studying the composition and degradation of Photographic Materials"*, www.natmus.dk/cons/lab/foto/ftirfoto.pdf.
18. Mc Cormick-Goodheart, M., "Research on Collodion Glass Plate Negatives: Coating Thickness and FTIR Identification of Varnishes, in Topics in Photographic Preservation", The photographic material group of the American Institute for the Conservation of historic and artistic work 3, 1989 135-150.
19. Perron, J., "The Use of FTIR in the Study of Photographic Materials in Topics in Photographic Preservation", The photographic Material Group of the American Institute for the Conservation of historic and artistic Work 3, 1989 112-119.
20. Residori, L. and Ruggiero, D., *"Spettrofotometria IR applicata all'analisi di pellicole fotografiche piane in celluloide"*, Il mondo degli archivi 3**,** 2002 55-64.
21. Baker, M., van der Reyden, D. and Ravenel, N., *"FTIR Analysis of Coated Papers"*, in *"The Book and Paper Group – annual"*, The American Institute for Conservation 8**,** 1989.
22. Stulik, D., Khanjian, H., Alberto de Tagle, A. and Botelho, A., *"Investigation of Jean-Louis-Marie-Eugene Durieu's toning and varnishing experiments: a non-destructive approach"*, in *"The ICOM-CC 13th triennal meeting, Rio de Janeiro September 22nd -27th, 2002"*, ICOM Committee for Conservation II, 2002 658-663.
23. Gottlieb, A., *"Chemistry and Conservation of Platinum and Palladium Photographs"*, Journal of American Institute of Conservation 34, 1995 11-32.
24. Kaplan, A., "Baryta paper musical chairs, where does each element sit?", in *"The Getty Conservation Institute and Paul Messier Inc., Understanding 20th century photographs: the baryta layer symposium"*, Boston 2006.
25. di Pietro, G., *"Silver mirroring on silver gelatin glass negatives"*, PhD dissertation, Universty of Basel 2002.

Ringraziamenti
Gli autori ringraziano il Prof. Luigi Dei per i suoi utili suggerimenti. Per il contributo finanziario si ringrazia il Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase, CSGI, Firenze.

LA CHIESA DELLA SANTISSIMA TRINITÀ DI ESINE (BS): CONOSCENZA E DIAGNOSTICA PER IL PROGETTO DI CONSERVAZIONE

Carlotta Coccoli[*], Massimo Valentini[**], Paola Villa[***]

[*]Università degli Studi di Brescia – Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente (DICATA), via Branze 43, 25123 Brescia, 030 3711263, carlotta.coccoli@ing.unibs.it
[**] Politecnico di Milano – Laboratorio Fi.T.Be.C. – Dipartimento di Energetica, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 MILANO, 02 23993936, massimo.valentini@polimi.it
[***] Dr.ssa Paola Villa – restauro dipinti, Vincenzo Monti 33, 20123 Milano, 02 48000884, restaurivilla@interfree.it

Abstract

La chiesa della Santissima Trinità, antica parrocchiale di Esine, ricostruita nel XII secolo su preesistenze documentate fin dal 771 d. C., può essere considerata uno dei più importanti edifici religiosi medievali camuni essendo coeva alla chiesa di San Siro a Cemmo ed al monastero di San Salvatore a Capo di Ponte. Nella quattrocentesca cappella di San Rocco è conservato un prezioso, e poco indagato, ciclo d'affreschi attribuiti a Giovan Pietro da Cemmo.
La comunicazione illustra l'esperienza relativa alla fase conoscitiva iniziale del progetto di conservazione dell'edificio e ad un primo intervento reso urgente dal pericoloso stato di conservazione delle preziose superfici dipinte.
L'iter progettuale è stato suddiviso in quattro fasi successive:
1) Fase conoscitiva (già realizzata): l'iniziale analisi dell'edificio e delle sue condizioni di conservazione effettuata sia per via diretta (rilievo topografico-strumentale, fotogrammetrico, materico e delle patologie di degrado) sia per via indiretta (ricerca storico-archivistica) ha permesso di indirizzare i successivi approfondimenti diagnostici. Le indagini strumentali sono state centrate soprattutto sulla presenza di acqua nelle murature (alla ricerca della determinazione delle vie di provenienza e della sua distribuzione spaziale e temporale) che i primi rilievi ed indagini visive avevano mostrato come la principale causa di degrado; a questi è stato aggiunto il monitoraggio delle condizioni microclimatiche per verificare anche l'influenza dell'ambiente sullo stato igrometrico delle murature.
2) Definizione delle priorità di intervento sulla base degli esiti della fase conoscitiva attraverso la progettazione di una operazione preliminare di sola messa in sicurezza delle parti affrescate soggette a distacco e polverizzazione tramite applicazione di bendaggi di sostegno e protezione di parti in pericolo di caduta, ristabilimento parziale della adesione e della coesione della pellicola pittorica, puntellatura di porzioni d'intonaco in pericolo di caduta, ristabilimento dell'adesione tra supporto murario ed intonaco (in fase di avvio);
3) Definizione dell'intervento complessivo di conservazione dell'edificio (in fase di elaborazione) che si svilupperà dapprima attraverso l'eliminazione delle cause di degrado individuate nella fase conoscitiva (allontanamento e canalizzazione dell'acqua dalle murature; revisione del sistema di copertura e di allontanamento delle acque meteoriche) e, successivamente, si concluderà con l'intervento vero e proprio sulle superfici affrescate e sull'intonaco interno lavorato con finitura a graffito;
4) Definizione del piano di conservazione programmata: partendo dalla considerazione che una delle cause principali delle gravi condizioni di degrado in cui attualmente versa l'edificio è la mancata manutenzione, parte integrante del progetto di conservazione è la definizione delle operazioni di gestione, controllo e valutazione dei fattori di rischio e deterioramento e lo sviluppo di tecniche manutentive utili a posticipare i futuri interventi di restauro e massimizzare la durata del bene stesso. A questo scopo i dati conoscitivi e progettuali fino ad ora raccolti saranno parte integrante di un più ampio piano di conservazione programmata, che utilizzando la tecnologia G.I.S. sarà in grado di riferire su base cartografica (il rilievo topografico eseguito) una banca dati informatizzata relativa a ciascun elemento che costituisce il sistema-edificio.

Introduzione[*]

L'edificio, che non subisce interventi organici da circa 40 anni, manifesta una serie di problemi conservativi che possono essere sintetizzati nei punti seguenti:

- Presenza di umidità nelle murature;
- Presenza di un quadro fessurativo esteso a tutte le volte;
- Fenomeni di degrado e marcescenza dell'orditura lignea di copertura;
- Degrado generalizzato delle superfici intonacate esterne ed interne.

Il progetto ha seguito fasi sequenziali indispensabili per la definizione analitica dell'intervento. Al momento, conclusa la fase conoscitiva e diagnostica si è in grado di stabilire le operazioni più urgenti per la conservazione

dell'edificio. Tuttavia le gravi condizioni di conservazione dei dipinti murali interni ne hanno resa necessaria la messa in sicurezza, intervento che peraltro ne consente uno studio più analitico e l'esecuzione di prove tecniche finalizzate alla definizione del successivo intervento di restauro.

La fase di conoscenza dell'edificio*

La fase conoscitiva è incentrata sull'esecuzione di un rilievo topografico strumentale - coadiuvato dall'utilizzo della fotogrammetria semplificata per la restituzione fotometrica delle superfici - in grado di restituire la complessità geometrica e morfologica ed i particolari costruttivi ed architettonici alla scala di rappresentazione 1:20. La scelta di un livello di dettaglio particolarmente analitico è dettato anche dalla volontà di approfondire l'evoluzione storica delle fasi costruttive attraverso la lettura stratigrafica degli elevati. A questo proposito, ipotizzando un intervento relativo alla pavimentazione interna e alla quota di calpestio esterna, sono stati eseguiti sondaggi archeologici preliminari in tre punti interni della navata e della cappella di San Rocco, e due esterni, rispettivamente sul lato nord in corrispondenza dell'ossario, e sul lato sud all'ammorsamento fra i muri della prima e della seconda campata. I sondaggi effettuati nella navata hanno evidenziato la presenza a circa venti centimetri dalla quota attuale di calpestio (ascrivibile alla fase tardo-medievale) di una pavimentazione preesistente in lastre di pietra locale, probabilmente riconducibile alla fase romanica.

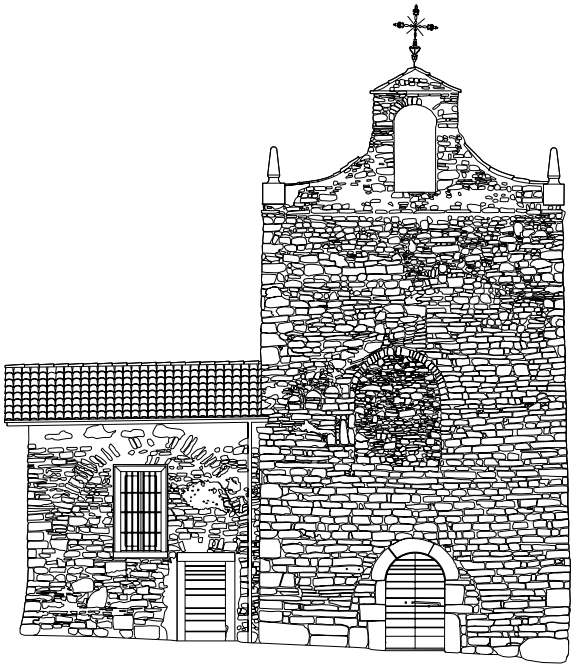


Figura 1. Rilievo geometrico – prospetto ovest

La definizione dei materiali costitutivi, delle tecniche esecutive e delle patologie di degrado, è stata realizzata con l'ausilio di indagini per la caratterizzazione dei materiali lapidei (pietra, malte di allettamento, intonaci di finitura) e per la definizione dei prodotti di alterazione (sali solubili e prodotti utilizzati in precedenti interventi di restauro).
L'analisi del quadro fessurativo riscontrabile sulle pareti e sulle volte, è stata realizzata mediante un monitoraggio eseguito nel periodo marzo 2005-aprile 2006 che ha evidenziato come l'edificio non sia soggetto a movimenti significativi. La verifica dell'andamento del fenomeno ha interessato 10 fessure (9 collocate all'interno dell'immobile ed una all'esterno), sia di recente formazione sia di origine più antica. La strumentazione utilizzata per le rilevazioni (estensimetro meccanico e fessurimetri) ha permesso di determinare le variazioni lineari nelle diverse direzioni della lesione con una sensibilità del comparatore pari a 1X10-3 mm.
Conclude la fase preliminare una ricerca storico-archivistica che ha consentito di fare luce sull'evoluzione dell'edificio e sulle sue vicende conservative.
Le informazioni grafiche e descrittive desunte dalla campagna di indagine sono state gestite attraverso un Sistema Informativo Territoriale (G.I.S.) che costituirà lo strumento di gestione del progetto (compresa la fase di documentazione del cantiere di restauro) e del Piano di Conservazione Programmata.

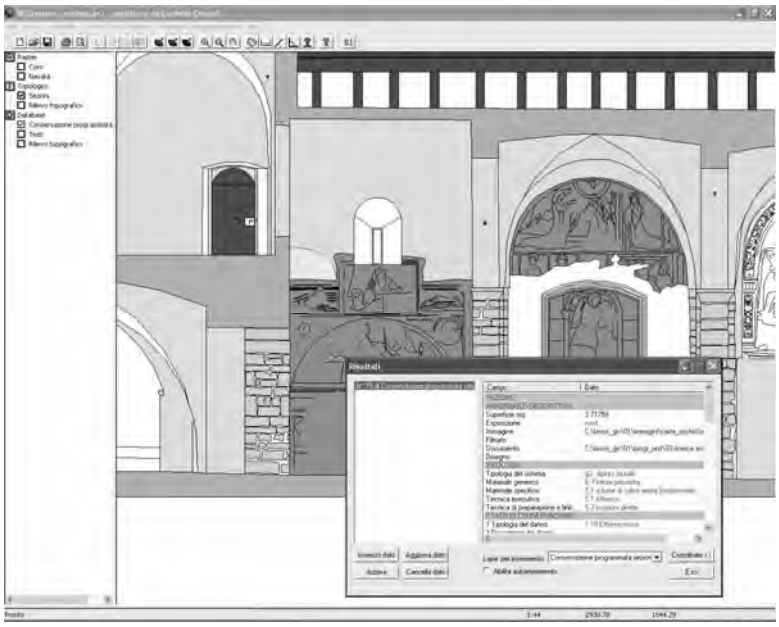


Figura 2. Esempio di schemata del G.I.S. per la gestione del progetto

La fase di diagnostica strumentale**

Le indagini diagnostiche sono state definite per individuare le azioni di degrado che hanno portato nel tempo l'edificio e i materiali che lo costituiscono all'attuale stato di conservazione. Le ispezioni visive ma, soprattutto, i rilievi materici e delle patologie di degrado effettuati nella fase conoscitiva avevano indicato alcune ipotesi che si trattava ora di verificare. Le indagini sono state pertanto finalizzate alla ricerca delle interazioni "pericolose" tra l'edificio e l'ambiente che lo circonda: le vie di provenienza dell'acqua (allo stato liquido e di vapore), la sua presenza all'interno delle murature in termini di quantità, distribuzione spaziale e trasporto di sali, l'influenza delle condizioni microclimatiche. Scopo di una campagna di indagini strumentali è infatti quello di evidenziare in maniera oggettiva le azioni di degrado affinché il progettista possa eliminarle, o almeno ridurne gli effetti, scegliendo la/e tipologia/e di intervento più appropriata e mirata al singolo caso in esame per mantenere o migliorare lo stato attuale del Bene e aumentarne la durata nel tempo. Sono stati pertanto utilizzati diversi metodi di indagine.

Contenuti di acqua nelle murature**

1) La misura iniziale e quella finale (a 16 mesi di distanza l'una dall'altra) sono state effettuate con il **metodo ponderale,** che garantisce la misura quantitativa del contenuto di acqua, seguendo le indicazioni della norma UNI 11085. I campioni sono stati estratti in 7 Zone di misura, aree di muratura scelte sulle diverse pareti interne in modo da riuscire a definire e monitorare la distribuzione dell'acqua nell'intero edificio (Figura 1).

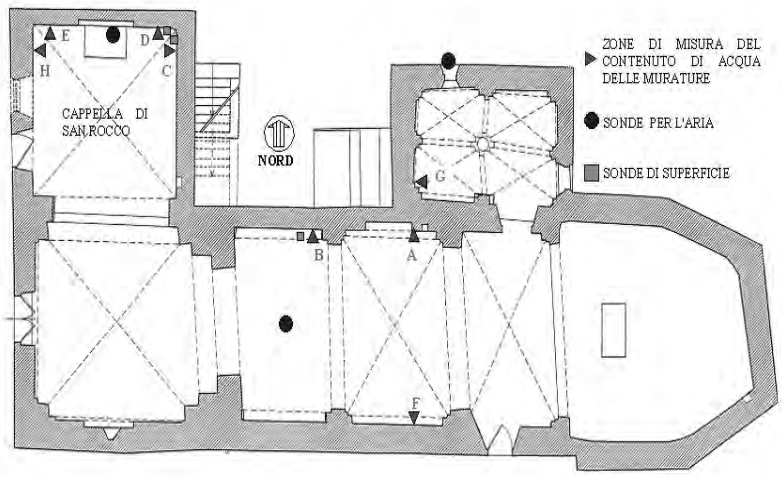


Figura 3. Posizione delle Zone di misura del contenuto di acqua delle murature e delle sonde ambientali

In ciascuna Zona, sono stati identificati due Punti di prelievo dei campioni posti a differenti quote dal piano di calpestio (10 e 100-150 cm). Per valutare il tenore di acqua presente nello spessore murario, da uno stesso Punto di prelievo sono stati estratti, ove possibile, due diversi campioni, uno in superficie (tra 1 e 2 cm di profondità) e uno alla profondità massima raggiungibile (tra 4 e 10 cm) prima di trovare la pietra, che per le sue caratteristiche di durezza rende difficoltoso e poco significativo il campionamento.
2) Dopo la prima giornata di misure, il monitoraggio del contenuto di acqua nelle murature è proseguito con la metodologia dei **Punti Permanenti di Misura (PPM)**, che consente di valutare le variazioni nel tempo del contenuto di acqua evitando l'invasività del metodo ponderale, che richiede l'effettuazione di nuovi fori di prelievo dei campioni ad ogni ripetizione della misura. Il metodo fornisce un'indicazione indiretta, e unicamente qualitativa, del contenuto di acqua nelle murature.
3) Ad ulteriore supporto delle misure di contenuto di acqua delle murature, sono state effettuate delle indagini con **apparecchiatura termografica**, strumentazione che fornisce la distribuzione delle temperature superficiali di una parete alle quali è possibile associare, per via qualitativa, la presenza di acqua nelle murature. Le misure sono state effettuare in due diverse giornate e hanno permesso di individuare le Zone di misura del metodo ponderale e fornito risultati in linea con le indicazioni delle successive misure strumentali del contenuto di acqua delle murature.

Condizioni microclimatiche **

4) Scopo delle misure era la valutazione delle condizioni microclimatiche interne e la ricerca della presenza di fenomeni di condensazione superficiale. A tal fine sono state rilevate la temperatura e l'umidità relativa dell'aria (sia all'interno che all'esterno dell'edificio) e le temperature di superficie di alcune pareti attraverso una serie di sonde che hanno misurato con continuità i diversi parametri per un periodo di tempo di circa 14 mesi.

Risultati e discussione**

Il confronto tra i valori rilevati con il metodo ponderale nelle due giornate di misura è mostrato in Figura 2, dove sono riportati i valori medi tra le misure superficiali e profonde effettuate in ciascun Punto di misura.

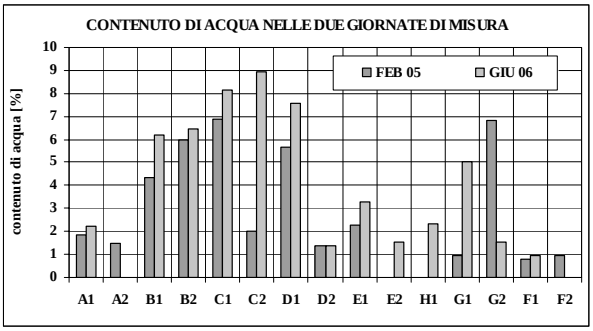


Figura 4. Confronto tra le due giornate di misura. L'indice "1" dei diversi Punti di misura indica i prelievi effettuati alla quota di 10 cm, l'indice "2" quelli più alti

Le due serie di misure confermano lo stato igrometrico generale della chiesa, vale a dire l'elevato contenuto di acqua di tutta la porzione di edificio comprendente le parti rivolte a monte (Punti di misura da A a G) caratterizzate, altresì, dal fatto che il pavimento interno è a una quota inferiore rispetto al piano di campagna. In particolare, l'attacco umido "minaccia pericolosamente" tutta la cappella di San Rocco (visti anche i valori elevati del Punto di misura C2 posto proprio sotto l'affresco della Crocifissione).
Gli andamenti nel tempo dei contenuti di acqua misurati col metodo PPM (alcuni dei quali sono riportati come esempio in Figura 3) indicano che i tenori presenti nelle murature alle quote più basse non mostrano variazioni stagionali ma si mantengono pressoché costanti durante tutto il periodo della campagna diagnostica (Punti di misura C1 e D1 di Figura 3), indice di una presumibile costante imbibizione del terreno che si comporta così da "serbatoio di rifornimento" di acqua alle murature. In Figura 3 sono stati riportati anche gli andamenti di due Punti di misura posti alle quote maggiori (B2 e C2) perché presentano variazioni maggiori nell'arco dell'anno legate anche al fatto che l'evaporazione dell'acqua contenuta nelle murature è, in questa zona delle pareti, più marcata rispetto al basso e, di conseguenza, più sensibile alle variazioni termoigrometriche dell'aria dell'ambiente.

Alla presenza di acqua sono poi associati i sali solubili che si presentano in quantità non trascurabili su tutte le pareti indagate; in particolare nelle efflorescenze (esaminate in cromatografia ionica) compare un forte contenuto

di solfati, causa principale delle efflorescenze stesse e dei distacchi di intonaco che sono attualmente visibili sulle superfici.
Il monitoraggio delle condizioni ambientali ha individuato, come prevedibile considerato l'ambiente esaminato, condizioni di conservazione non ottimali con basse temperature in tutto il periodo invernale e valori elevati dell'umidità relativa che presenta inoltre forti escursioni giornaliere. Quest'ultimo comportamento dell'umidità relativa va messo in relazione anche con la presenza di evaporazione da parte delle murature dell'acqua in esse contenuta; quanto detto trova ulteriore conferma nel fatto che tutte e tre le sonde di superficie poste alla quota di 10 cm fanno registrare, tra maggio e settembre, temperature inferiori a quelle delle corrispondenti sonde alla quota di 90 cm (ad indicare un aumento dei fenomeni evaporativi verso l'ambiente cui corrisponde la riduzione della temperatura superficiale di parete). Sono invece da escludere fenomeni di condensazione superficiale sulle pareti.

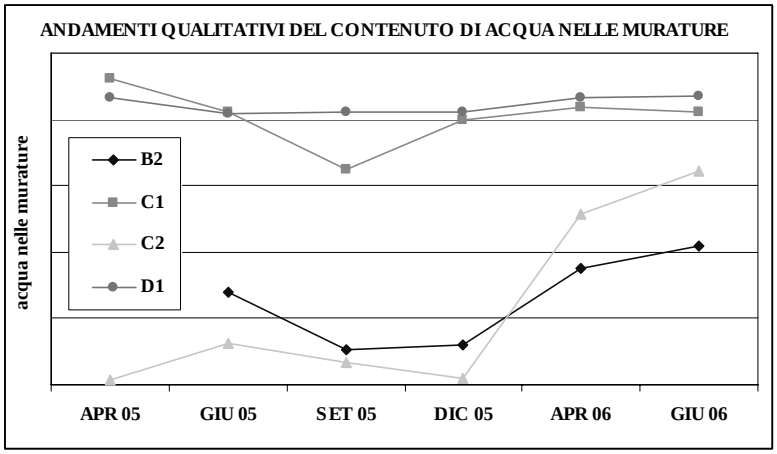


Figura 5. Variazioni nel tempo dei contenuti di acqua nelle murature

Le scelte progettuali*

Pur se solo abbozzati, i risultati della campagna diagnostica indicano come prioritaria la necessità di ridurre l'acqua presente nelle murature che attraverso i cicli di evaporazione-imbibizione ed il trasporto di sali è la principale causa dell'attuale degrado delle superfici. Risulta quindi opportuno prevedere una sistema di allontanamento e canalizzazione dell'acqua dalle murature soprattutto per quanto riguarda la porzione di edificio rivolta a monte ed una contemporanea revisione del sistema di copertura e di allontanamento delle acque meteoriche. L'operazione consisterà essenzialmente nell'abbassamento della quota di campagna esterna e nella realizzazione di uno scannafosso esterno in lato nord. Le informazioni ottenute dai sondaggi archeologici sulla probabile presenza, pochi centimetri sotto la pavimentazione interna trecentesca, di una piano in lastre lapidee, hanno costretto ad abbandonare l'iniziale ipotesi di realizzare un vespaio areato collegato alla trincea esterna. Solo successivamente sarà possibile concludere l'intervento vero e proprio sulle superfici intonacate e sui dipinti murali interni, previo consolidamento e di adesione al supporto.
Per quanto riguarda la pavimentazione, si prevede il completo mantenimento, previa pulitura e sostituzione localizzata degli elementi non recuperabili, dei quadrelli laterizi nelle zone della navata, del presbiterio e della sacrestia. La messa a norma dell'impianto elettrico e lo studio della nuova illuminazione dell'edificio comporterà il sollevamento e la successiva ricollocazione della pavimentazione lungo il perimetro della navata. Lo stesso tipo di pavimentazione sarà ripristinata nella cappella di San Rocco, attualmente caratterizzata dalla presenza di battuto di cemento.

L'intervento sugli affreschi***

L'approfondita campagna d'indagini diagnostiche sinora effettuate, ha evidenziato le complesse e nello stesso tempo "elementari" cause di degrado che stanno portando alla rapida perdita dei dipinti murali della chiesa della Santissima Trinità di Esine ed ha dimostrato in modo inequivocabile che sarà opportuno procedere assai gradualmente con l'intervento.
Ci si limiterà pertanto, in prima battuta a quelle operazioni di fissaggio e consolidamento ritenute assolutamente necessarie dopo aver predisposto opportuni test che permettano di valutare la compatibilità dei materiali di restauro da utilizzarsi con quelli originali.

L'intervento sarà assolutamente puntuale e differenziato a seconda delle necessità conservative e non invasivo se possibile.
Un tema che andrà sicuramente approfondito è quello dei materiali usati nel corso d'interventi precedenti di restauro, le loro caratteristiche, l'influenza sul degrado ed i metodi più opportuni per rimuoverli. Visivamente è infatti evidente la presenza di fissativi alterati sulla superficie pittorica così come la presenza di fissativi alterati, di stuccature ed integrazioni pittoriche inidonee.
E' stata rilevata la presenza di PARALOID B-72, una resina acrilica applicata durante un precedente intervento di restauro effettuato in data imprecisata nella nicchia della III campata, lato Nord nel campione n. 15 della campagna d'indagini condotta dalla dott.ssa Folli nel 2005. Si tratta di copolimero a base di etil metacrilato e metil acrilato, una delle resine acriliche più conosciute e abbondantemente impiegate nei vari settori della conservazione come consolidante e protettivo termoplastico, con buoni caratteri di stabilità, reversibilità, trasparenza e resistenza. Allo stato attuale è difficili dire se la presenza di questo fissativo è estesa a tutte le superfici pittoriche.
Per quanto concerne le efflorescenze presenti sul dipinto della Crocifissione nella cappella di San Rocco, il campione 13 della campagna d'indagini della dott.ssa Folli, analizzato in diffrattometria ai raggi X, ha evidenziato che sono costituite da epsomite, solfato di magnesio eptaidrato ($MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$). La rilevazione di magnesio testimonia la presenza di malte con legante a base di calce magnesiaca. Le calci magnesiache sono estremamente comuni nell'architettura lombarda; esse provengono dalla cottura di dolomie o di calcari dolomitici, entrambi molto diffusi nella media Val Camonica.



Figura 6. Particolare dei dipinti murali della II e III campata (lato nord)

BIBLIOGRAFIA

1. Coccoli C., *"L'utilizzo di una piattaforma G.I.S. per la gestione degli interventi sul patrimonio edilizio esistente (potenzialità e limiti). I casi della Santissima Trinità di Esine (BS) e della Parrocchiale di Vilminore di Scalve (BG)"*, Tesi di Specializzazione in Restauro dei Monumenti, Politecnico di Milano, relatore: G.P. Treccani; correlatori: L. Lussignoli, G. Cavagnini, a.a. 2001-2002 (pubblicato anche in "*Atti dell'Ateneo di Scienze, Lettere ed Arti di Bergamo"*, volume LXVI, a.a. 2003-2004, pp. 395-407).
2. Coccoli C., Cavagnini G., Borellini G.C., Mapelli M., *"La documentazione degli interventi sui dipinti murali attraverso l'utilizzo della tecnologia G.I.S.: il caso del monastero di Cairate (VA)"*, in *"Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi",* Atti del XXI Convegno di Studi "Scienza e Beni Culturali", Bressanone, 12-15 luglio 2005, pp. 307-316.
3. Coccoli C., Scala B., *"Vilminore di Scalve (BG): un piano di conservazione"*, in *"ANATKH"*, n. 47/2006, pp. 118-125.
4. Folli L., *SS. Trinità (Esine) Caratterizzazione delle malte e degli intonaci affrescati*, febbraio 2005.

5. Maggi V., "*Integrazione di due metodi per la misurazione dell'umidità nelle strutture murarie"*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano-Facoltà di Architettura, relatore: G. Cruciali Fabozzi, correlatori: E. Rosina, M. Valentini, a.a. 1997-1998.
6. Massari G. e L., *Risanamento igienico dei locali umidi*, Hoepli, Milano, 1985.
7. Nicola G.L., *"Restauro di opere restaurate: problematiche d'intervento in due casi limite", in "La reversibilità nel restauro riflessioni, esperienze, percorsi di ricerca"*, Atti del XXI Convegno di Studi "Scienza e Beni Culturali", Bressanone, 1-4 luglio 2003.
8. Treccani G.P., *"Meglio curare che prevenire. Per una manutenzione del costruito modulata sul soggetto"*, in *"ANATKH"*, n. 47/2006, pp. 110-117.
9. Valentini M., *"Una metodologia poco invasiva per la misura del contenuto di acqua delle murature"*, in *Atti del Workshop "Monitoraggio e conservazione programmata"*, Venaria Reale, Torino, 25 novembre 2005, Kermes quaderni-Nardini editore, Torino, pp. 168-173
10. AA. VV., *"Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi",* Atti del XXI Convegno di Studi "Scienza e Beni Culturali", Bressanone, 12-15 luglio 2005.

IL TRATTAMENTO DELLE LACUNE SULLE SUPERFICI DEI MONUMENTI: IL CASO DEL "BEN NOTO" CAMPANILE D'OSSUCCIO

Paola Villa[*], Simona Guerrini[**], Stefania Maioli [***], Roberto Segattini [****]

[*]restauratrice,, dittaVilla-restauro-dipinti, Via V. Monti,33, 20123 Milano tel. e fax 0248000884
restaurivilla@interfree.it
[**] architetto, via Legnano, 8 20121 Milano
[***]geologa, C.S.G. Palladio, Strada Saviabona 278/1, 36100 Vicenza
[****] architetto, Facoltà di Architettura, Politecnico , P.za L. da Vinci 32, 20133 Milano

Abstract

Il campanile dell'oratorio di S. Maria Maddalena d'Ossuccio è un monumento simbolo del lago di Como.
Non c'è turista del XX secolo, pieghevole o cartolina del lago che abbia mancato al compito di rappresentarlo così come numerosissime sono le sue raffigurazioni ad olio, all'acquarello in tipici scorci della zona.
Ciò che lo rende unico è l'originale cella campanaria databile al XV secolo con l'insolito accostamento di forme gotico-moresche e l'impiego di più materiali: cotto, pietra, intonaco differentemente dall'uso consueto della sola pietra dei magistri comacini.
Proprio questa sua originalità paesana e non la sua purezza di linee l'hanno reso caro ed amato alla gente del posto ed ai forestieri.
L'intervento di "remise en forme"condotto nel 2006, resosi necessario per far fronte ai danni causati dalla tromba d'aria estiva del 2004, si è dovuto pertanto confrontare con l'immagine dell'opera oltre che con l'opera stessa [1]



Figura 1. veduta del campanile dell'oratorio di S. Maria Maddalena

Origini e interventi nel tempo

L'atipica cella campanaria del campanile dell'oratorio di S. Maria Maddalena venne realizzata in un momento sicuramente successivo rispetto alla costruzione dell'edificio chiesastico la cui menzione più antica si data al 1169, in un documento dove l'oratorio risulta far parte del complesso architettonico dell' "Ospitalis de Stabio"[2]
Il primitivo campanile romanico realizzato interamente in pietra di Moltrasio terminava, molto probabilmente, sopra l'attuale bifora e presentava una monofora su ciascun lato, tamponata in tempi antichi, con elementi in pietra di piccole dimensioni ma dello stessa provenienza del fusto preesistente.
Allo stato attuale nessuna testimonianza documentaria fornisce riferimenti cronologici sicuri e stringenti per collocare nel tempo la demolizione dell'originario coronamento della torre campanaria romanica e la costruzione della nuova cella. L'unico appiglio oggettivo alla datazione, per quanto non esplicito, è dato dalla breve descrizione della chiesa riportata negli atti della visita pastorale effettuata il 7 dicembre 1593 dal vescovo di Como Feliciano Ninguarda. Il campanile è definito "… dalla parte dell'evangelio, grande con sopra due campane…". Sulla scorta di questo accenno si è assunto il 1593 come termine di datazione *ante quem*, presupponendo che la cella attuale fosse già costruita a quell'epoca[3]
In fase progettuale ed in corso d'opera si sono condotte ricerche sulle vicende conservative del monumento.
L'intervento più significativo venne eseguito tra aprile e luglio del 1900 dall'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti della Lombardia sotto il controllo e la direzione dell'Arch. L. Perrone su progetto dell'arch Ramponi di Tremezzo (foto n.3) per "rimediare al grave stato di deperimento in cui la lunga incuria aveva lasciato cadere una costruzione tanto interessante".[4]

L'Ufficio Regionale operativamente "assicurò l'esito del restauro nei limiti voluti dall'interesse artistico del campanile, evitando qualsiasi aggiunta fosse solo a titolo di completamento", ma data l'originalità del soggetto, fece compiere uno studio grafico del campanile quale "doveva essere in origine". Tale ipotesi grafica restitutiva presentava quattro pinnacoli cuspidati agli angoli che oltrepassavano la linea d'imposta del tetto attuale ed una cuspide piramidale al centro a base quadrata con struttura a tholos. (foto n.5)

L' intervento di restauro che doveva essere realizzato[5] da ritenersi minimalista per l'epoca, prevedeva pur tuttavia:
1. il completo rifacimento del rivestimento delle facciate della cella campanaria in mattoni faccia a vista stilati in con intonaci in cemento Portland compresa la formazione delle lesene, sporti e cornici rustiche dei traforati dei finestroni
2. La sostituzione di tutti gli elementi in pietra (colonnette, e capitelli, cornici e fasce)
3. la realizzazione di tortiglioni a contorno delle finestre in getto di cemento Portland tinto color terracotta
4. il rifacimento completo del tetto con copertura d'ardesie della Valmalenco e riproposizione di crocetta
5. il posizionamento di chiavi di ferro" nostrano" a collegamento della muratura

Non tutte le operazioni previste in capitolato vennero effettuati, come abbiamo potuto verificare durante le diverse fasi del Nostro intervento resosi necessario per caduta di porzioni d'intonaco dall'alto.
Nel corso dei numerosi sopralluoghi effettuati presso il cantiere in presenza dell'arch. B. Mazzali per la Soprintendenza ai beni arch. e per il paesaggio di Milano, l'arch. F. Fasoli del comune di Ossuccio e l'arch. R. Segattini consulente per la D. L. , prima e subito dopo il montaggio del ponteggio di servizio così come in corso d'opera si è potuto verificare che nel corso del restauro dei primi del '900 vennero effettivamente realizzate:
1. le cerchiature in ferro collocate su tre piani, dissimulate per non spiccare nella percezione dell'esile struttura e nascoste dietro un modellato quasi certamente preesistente, ma eliminato e sostituito per inserire gli elementi di rinforzo strutturale
2. i tortiglioni a contorno delle finestre in getto tinto color terracotta
3. il rifacimento del tetto

Le colonnette, le cornici e le fasce non vennero sostituite ma restaurate con nuovo intonaco..
Per nostra grande fortuna non venne rifatto il rivestimento delle facciate della cella campanaria, ne sostituiti i mattoni ma "solo" ricostruite le mancanze con la stessa malta tinta terra cotta definita cemento Portland in capitolato.
Nel predisporre il Nostro intervento abbiamo riscontrato numerosi problemi in corrispondenza delle parti modellate ricostruite e poste in prossimità degli elementi metallici di cerchiatura. In queste zone la malta si presentava fessurata e totalmente disancorata dal supporto per il diverso comportamento fisico-meccanico del ferro rispetto ai materiale utilizzati.

Si è ritenuto opportuno non discriminare la fase storica novecentesca ma porla sotto osservazione, tramite indagini diagnostiche (mineralogico-petrografica, chimico e microstratigrafica dei materiali) ed agendo nella direzione di un ponderato restauro di tali interventi così come delle parti originali.
Le indagini effettuate dalla dott.ssa S. Maioli e dal dott. P. Cornale[6]su porzioni della malta di restauro dell'intervento del '900 hanno evidenziato che si tratta di una malta realizzata con calce idraulica caricata con sabbia di natura quasi esclusivamente silicatica composta da siltiti, rocce metamorfiche, quarzo, feldspati, miche, cloriti, pochi frammenti di cocciopesto e rari minerali opachi, selce e calcari sparitici.
La granulometria dell'aggregato varia dalla classe siltoso grossolana (1/16-1/32 mm) a quella arenacea grossolana (1-1/2 mm) con prevalenza della frazione arenacea media (1/2-1/4 mm). Il rapporto aggregato/legante in pasta è circa 2/1 in volume. .In superficie è stato riconosciuto uno strato di circa 1 cm di spessore composto da calce idraulica caricata con sabbia prevalentemente carbonatica (calcari cristallini) L'isorientazione dei clasti parallelamente alla superficie indica che la stesura è stata eseguita con cura.
L'analisi cromatografica ha rivelato bassi contenuti di cloruri (0,03%) e significativi tenori di nitrati (0,12%) e solfati (1,38%).L'analisi diffrattometrica ha permesso d'individuare la presenza di Calcite $CaCO_3$, Quarzo SiO_2, Aragonite $CaCO_3$, Albite $NaAlSi_3O_8$, Muscovite $K_2Al_4(Si,Al)_8O_{20}(OH)$, $_4$Gesso $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. La porosità totale è media, definita da vacui di forma prevalentemente irregolare.
La definizione "cemento Portland " presente in capitolato si riferisce pertanto all'uso di una calce idraulica artificiale per realizzare le malte di restauro, un cemento diluito a bassa resistenza.
Tre campioni prelevati da porzioni d'intonaco originale si sono dimostrati composti da calce aerea carbonatata caricata con sabbia per metà carbonatica e per metà silicatica (Calcari sparitici, rocce metamorfiche, quarzo, feldspati, miche più cocciopesto) solo nel primo campione, prelevato dalle testine inserite negli elementi architettonici angolari.
Il secondo campione, prelevato dal fondo della nicchia del prospetto sud che mostra esili tracce di una forma di stele funebre islamica dipinta, presenta un intonaco a base di calce carbonatata fortemente caricata con aggregati silicatici e cartonatici e strato pittorico discontinuo di color nero composto da calce carbonatata e particelle di natura carboniosa più strato finale d'ossalati derivanti dal degrado del legante organico originariamente presente.
Infine il terzo campione prelevato dalla zona d'angolo del prospetto sud è risultato costituito sempre da calce aerea carbonatata ma caricata di sabbia prevalentemente composta da calcari sparitici oltre a pochi frammenti di quarzo, rocce metamorfiche, miche e siltiti.
Tutte e tre i campioni hanno granulometria prevalente arenacea media e rapporto aggregato/legante in pasta attorno al 2/1 in volume. Lo stato di conservazione è scadente per il primo e terzo campione d'intonaco originale dove vi sono numerose microfessure.
Il nostro intervento di conservazione è stato condotto in modo differenziato a seconda dei materiali costitutivi ed è consistito in:

Intervento sui materiali lapidei:

- Rimozione dei depositi superficiali incoerenti a secco con pennelli, spazzole e aspiratori;
- Applicazione, nelle zone interessate da attacco da biodeteriogeni, di specifico biocida (Biotin N) e conseguente rimozione manuale dei residui;
- Pulitura tramite irrorazione di acqua deionizzata, e New Des rimozione meccanica dei depositi superficiali parzialmente aderenti mediante pennelli, spazzole e spugne, bisturi e specilli
- Riproposizione delle piccole porzioni di fuga mancante tra i conci con malta confezionata a mano a base di calce aerea, polveri di marmo, e sabbia lavata, simili per cromia, tessitura e porosità

Intervento di restauro sugli elementi in laterizio

- Applicazione, nelle zone interessate da attacco da biodeteriogeni, di specifico biocida Biotin N e conseguente rimozione manuale dei residui;
- Pulitura tramite irrorazione di acqua deionizzata, e New Des rimozione meccanica dei depositi superficiali parzialmente aderenti mediante pennelli, spazzole e spugne, bisturi e specilli
- Messa in sicurezza ed ancoraggio di elementi architettonici (cuspidi angolari) in pericolo di caduta tramite riposizionamento e chiodatura con barrette in vetroresina
- Trattamento passivante degli elementi metallici
- Esecuzione di stuccature con malta confezionata a mano a base di calce aerea, cocciopesto, sabbia fine e terre

Intervento di restauro sulle superfici intonacate:

- Rimozione a secco dei depositi superficiali incoerenti e semi coerenti tramite pennelli, spazzole morbide ed aspiratori;
- Rimozione delle porzioni d'intonaco di restauro fortemente distaccate ed in pericolo di caduta

- Ristabilimento dell'adesione tra intonaco e supporto murario mediante iniezione di maltine premiscelate a basso peso specifico
- Risciacquo delle superfici con nebulizzazione di acqua deionizzata
- Sigillatura delle fessurazioni e chiusura di alcune mancanze con malta di calce aerea, sabbia e polveri di marmo;
- collocazione di sistema anti piccione in prossimità delle aperture

Intervento di ripristino del manto di copertua

- verifica dello stato dell'assito della struttura del tetto
- smontaggio, riproposizione e ricollocazione delle lastre di pietra mancanti

La fase d'intervento più complessa ha riguardato il trattamento delle lacune. Le scelte operate hanno voluto tenere nel dovuto conto l'immagine del campanile, oltre che il campanile stesso,
In numerose zone, l'intonaco che probabilmente originariamente copriva tutta la struttura in mattoni della cella campanaria risultava mancante, in altre l'intonaco di restauro si presentava fessurato e totalmente distaccato dalla muratura, in altre ancora l'intonaco di restauro aveva sostituito ampie porzioni originali.
Molte delle zone ricostruite andavano a mascherare le cerchiature metalliche. L'intonaco di reintegrazione si presentava con due diverse cromie, grigia o nocciola.rosata. La malta rosata era visibile in quantità maggiore rispetto alla grigia (velatura superficiale) e si presentava con porzioni dilavate o impoverite di legante o fessurate o in fase di distacco.
La puntuale mappatura ha evidenziato la necessità di intervenire in modo ponderato e conservativo sugli interventi novecenteschi, rimuovendo solo gli intonaci in fase di distacco perchè eccessivamente caricati o posti a copertura delle catene, che cadendo poteveno costituire un pericolo per l'incolumità dei passanti. Le parti rimosse sono state ricostruite con malta idonea per cromia e tessitura senza caricare gli spessori.
Le mancanze d'intonaco originale in corrispondenza della struttura in laterizi sono state risarcite solo come sigillature per evitare pericolose infiltrazioni d'acqua negli interstizi.
Operando con priorità di tipo conservativo non si è modificata l'immagine ormai consolidata.

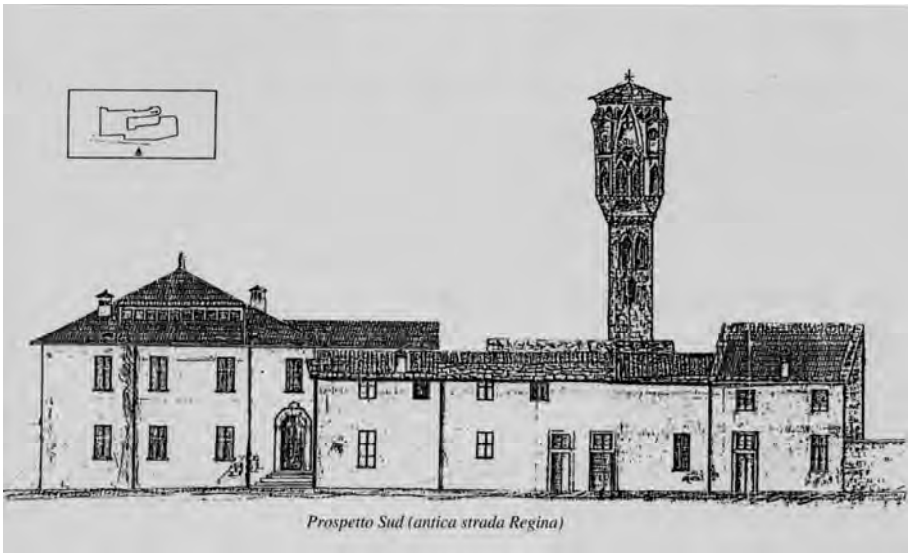
L'intervento eseguito è stato documentato con numerose tavole grafiche e tematiche ovvero attraverso la mappatura informatizzata dello stato di fatto e degli interventi eseguiti nel tempo (rilievo topografico-strumentale, fotogrammetrico, materico e delle patologie di degrado) I dati raccolti serviranno per il monitoraggio dello stato del monumento nel tempo.

NOTE

[1] dedico questo articolo all'arch. L. M. Belloni e alla dott.ssa M. Zecchinelli che mi hanno trasmesso il loro grande amore per il territorio lariano insieme ai risultati delle numerose ricerche e pubblicazioni
Ringrazio tutti coloro che hanno contribuito alla riuscita dell'intervento: L'arch. B. Mazzali della Soprintendenza per i beni arch. e per il paesaggio di Milano, il dott. D. Pescarmona della Soprintendenza per il patrimonio storico artistico. l'arch. F. Fasoli ed il sindaco M. Castelli del Comune di Ossuccio; la fondazione Montandon; i collaboratori dello studio: Di Pierro M. Cristina, Galimberti Valentina, Rendo Sonia, Grigis Stefania, Rubini Micaela, Bonsangue Mirella, Christian Tortato; il fotografo Mauro Ranzani; la ditta di ponteggi Angeretti; gli architetti R. Posca e V. Rho
[2] S. Maria di Ospedaletto – Notiziario scoperte e restauri a cura della Soprintendenza alle antichità ai monumenti e alle Gallerie per la Lombardia in, Arte Lombarda, VII/ 1, 1962 p. 106
[3] M. Belloni Zecchinelli, L.M. Belloni, Hospitales e xenodochi. Mercanti e pellegrini dal Lario al Ceresio - L'atipica cella campanaria dell'oratorio di santa Maria Maddalena, Menaggio 1997, pp.126.
[4] G. Moretti, L. Perrone, Ottava relazione dell'Ufficio Regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia - Ossuccio: Campanile dell'Oratorio di Ospedaletto, in "Archivio Storico Lombardo" (Supplemento anno 1900), pp. 68-71.
[5] la descrizione dettagliata della proposta d'intervento si evince dalla" Perizia descrittiva delle opere di restauro dell'antico campanile di Ospedaletto di proprietà dell'Opera Pio Giovio a firma dell'arch.G. Raboni, 14 gennaio 1900",
[6] C.S.G. Palladio, campanile chiesa di s. Maria Maddalena – Ossuccio (CO) indagine diagnostica – relazione scientifica- Rif. 06CO00748, Vicenza, 13 ottobre 2006

BIBLIOGRAFIA

M. Belloni Zecchinelli, L. M. Belloni, *Hospitales e xenodochi, mercanti e pellegrini dal Lario al Ceresio*, Menaggio, 1997
G. Moretti, L. Perrone, *Ottava relazione dell'Ufficio Regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia - Ossuccio: Campanile dell'Oratorio di Ospedaletto*, in "Archivio Storico Lombardo" (Supplemento anno 1900)
S. Maria di Ospedaletto - Notiziario scoperte e restauri, a cura delle Soprintendenze alle Antichità, ai Monumenti e alle Gallerie per la Lombardia, in "Arte Lombarda", VII/1, 1962
Ministero per i beni e le attività culturali Opificio delle Pietre dure e lab. di restauro di Firenze, *Lacuna riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle pietre dure*, Atti dei convegni Ferrara 7 aprile 2002 e 5 aprile 2003, Firenze, 2004



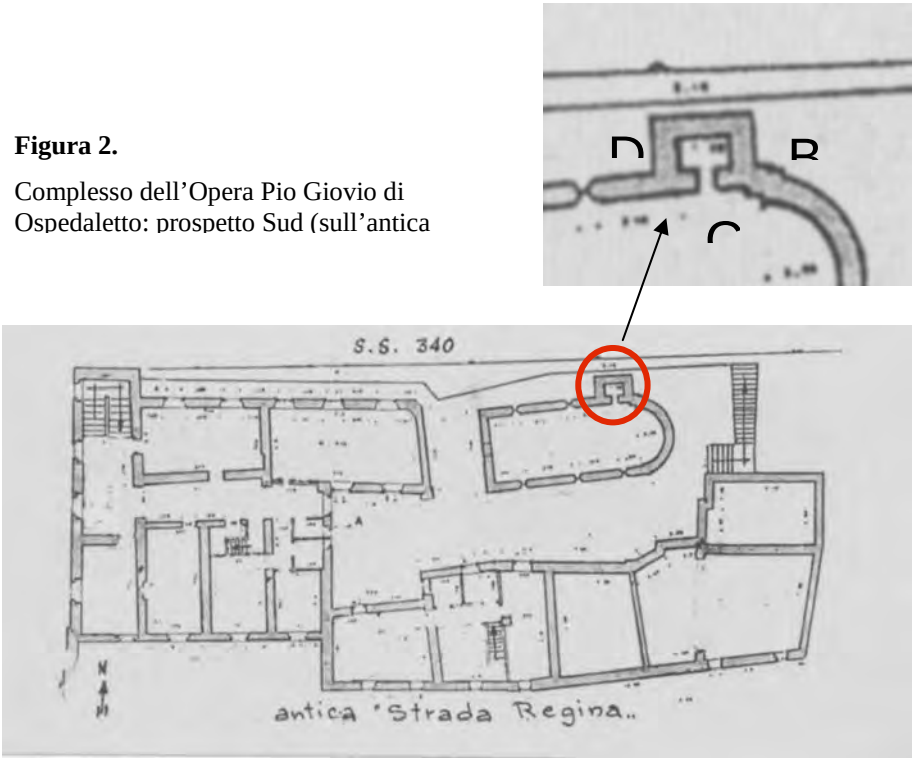


Figura 2.

Complesso dell'Opera Pio Giovio di Ospedaletto: prospetto Sud (sull'antica

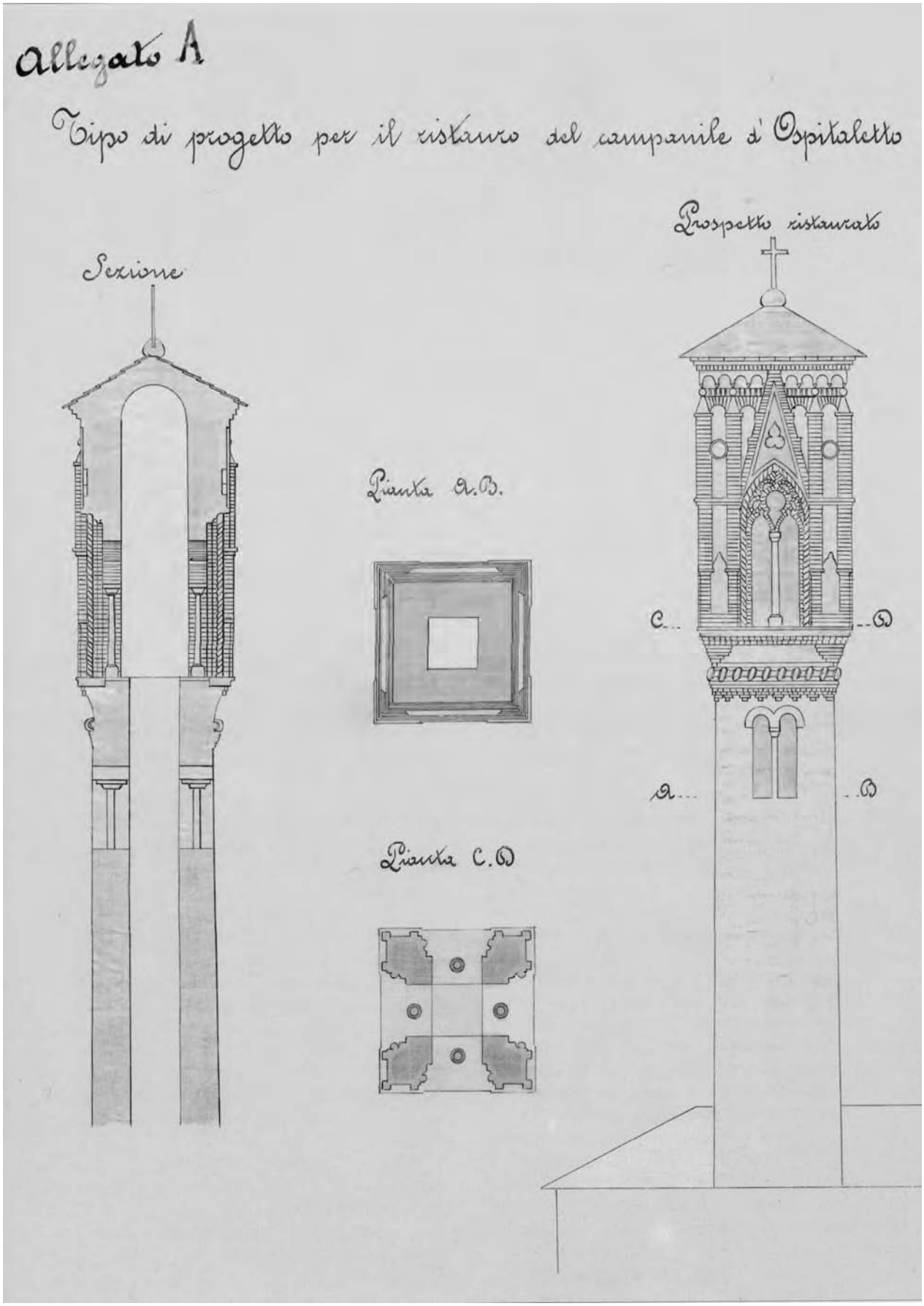


Figura 3. Progetto per il restauro della cella campanaria, datato 14 Gennaio 1900, a firma dell' arch. G. Ramponi

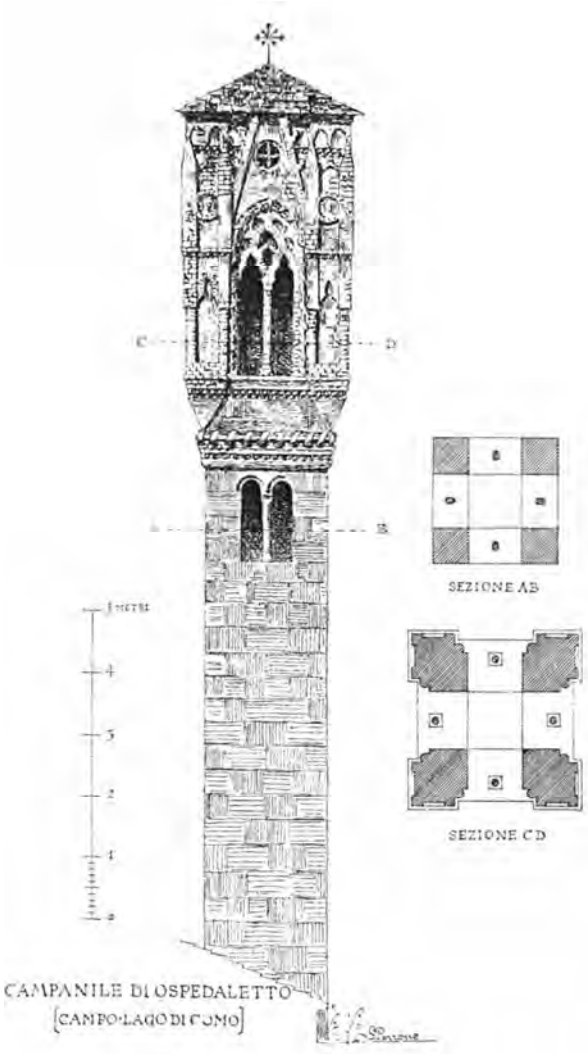


Figura 4. Rilievo del campanile eseguito durante il restauro dei primi del 1900, ad opera dell'Ufficio Regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia



Figura 5. Ipotesi grafica restituiva di completamento della cella campanaria



6. Lato D veduta al termine del restauro

INTERVENTI SU SANTA MARIA IN GRADI A VITERBO: LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE PER LA GESTIONE GEOREFEREZIATA DI CANTIERE ON –LINE (SICAR RW DI LIBEROLOGICO)

Rosa G. Cipollone

Architetto Progettista e D.L.della Soprintendenza ai Beni Paesaggistici e Architettonici del Lazio,
via Cavalletti n.2, 00186 Roma, e-mail:cosirose2000@yahoo.it

La complessità del cantiere di S. Maria in Gradi in Viterbo, per l'estensione delle superfici e la molteplicità delle situazioni di degrado degli stucchi, ha richiesto sia una individuazione di metodologia innovativa che una notevole capacità di gestione ed organizzazione del cantiere per ottenere una costante e puntuale visione dell'intervento di restauro delle architetture interne della chiesa, realizzate in stucco,opera esemplare e unica di Nicola Salvi,ove introduce un nuovo linguaggio architettonico, maglia mancante della catena, il passaggio dal barocco al neoclassicismo.
Alla consegna dei lavori si sono rivelati fondamentali le seguenti operazioni: la pianificazione del cantiere, il controllo e la gestione di tutti i dati documentali, rilievi fotografici eseguiti nel tempo, rilievi grafici, analisi diagnostiche ecc. fino ad allora disponibili compreso lo stato di fatto, al momento dell'avvio dell'intervento, a garanzia di una documentazione puntuale di ogni singolo intervento di reintegrazione degli stucchi estesi per una superficie di circa 5000 mq. Si è reso necessario procedere alla strutturazione di un database allo scopo di includere le varie tipologie di fonti documentarie del bene: le descrizioni storico-critiche, schede di rilevazione, dati amministrativi, il diario di cantiere, le analisi (chimiche, fisiche, ottiche, ecc.), gli interventi di restauro precedenti, le schede dei litotipi, fino alla documentazione multimediale nei vari formati previsti (doc, xls, pdf, ecc.). Per ulteriore completezza delle informazioni, è stata parallelamente prevista anche la possibile gestione del collegamento a basi di dati esterne, consentendo l'aggiornamento e la consultazione del sistema in multi-utenza.
Per la realizzazione di quanto esposto, ci si è orientati ad utilizzare e ricercare un software gestionale per l'organizzazione della grande quantità di dati alfanumerici da acquisire, gestire e correlare, con 'adozione di un sistema georeferenziato del cantiere, ma anche un sistema metodologico presente sul mercato, per un rapido aggiornamento dei dati di cantiere, e la possibilità di creare carte tematiche mediante interrogazione dei dati inseriti.
Dalla ricerca di mercato tra i software gestionali in commercio, è stato selezionato un prodotto di innovazione tecnologica, frutto di una specifica attività di ricerca sviluppata dalla società "Liberologico" e testata su progetto dell'Istituto Centrale per il Restauro e del Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali dalla Scuola Normale Superiore, e impiegato per la pianificazione del restauro delle superfici lapidee della Torre di Pisa: il sistema Sicar W/b di Liberologico, un GIS funzionante via web sviluppato con tecnologie standard per la progettazione esecutiva degli interventi di restauro e la georeferenziazione della documentazione, grafica e alfanumerica, relativa alla conoscenza del bene.

Caratteristiche del sistema georeferenziato scelto " SICaR w/b"

Il sistema, risponde all'esigenza, avvertita dai vari addetti al restauro, progettisti, direttori dei lavori, restauratori, conservatori, operatori, analisti, consulenti, di disporre di un unico strumento di supporto efficace per la valutazione preventiva di metodologie, tempi e costi di un intervento, della documentazione storico-artistica e tecnico-scientifica, e il monitoraggio e la futura manutenzione.
SICaR w/b infatti consente di incrociare le informazioni di carattere tecnico prodotte durante il restauro (metodi, materiali e strumenti usati nell'intervento, analisi chimiche, fisiche, petrografiche) con i dati (testuali, iconografici, video, ecc.) relativi alla conoscenza del bene e alla sua storia (notizie generali e storiche, materiali costitutivi, tecniche di lavorazione, stato di conservazione, ecc.), mettendoli in relazione con la specifica area del monumento cui si riferiscono. Sono gli stessi restauratori e i vari addetti alla tutela e conservazione a mappare sugli elaboratoi grafici di rilievo o su immagini raster e/o vettoriale, le aree di degrado e di intervento e georeferenziano tutte le informazioni tecniche e documentali di corredo. In questo modo il sistema SICaR w/b permette la visione unitaria delle superfici degradate, degli interventi effettuati e delle informazioni associate e consente contemporaneamente l'esecuzione di calcoli e statistiche di precisione, offrendo un valido supporto decisionale per la pianificazione economica e temporale dei lavori, e soprattutto offre alla direzione lavori, nella verifica dell'insieme, di accertare quantità e ubicazione di estendere soluzioni progettuali simili, arrivando ad una standardizzazione e velocizzazione delle fasi di lavorazione da eseguire, e per l' archiviazione documentata necessaria ad una successiva fase di monitoraggio e manutenzione.

Funzionalità verificate del sistema georeferenziato " SICaR w/b"

Il menu principale di SICaR permette di accedere alle seguenti funzionalità del sistema:
lavorare sulle schede alfanumeriche (data-entry), disegnare mappature ed effettuare georeferenziazioni (mappa), ricercare nell'intero archivio "cantiere S. Maria in Gradi" secondo tre diverse modalità. Si può effettuare una ricerca "a testo libero", cioè specificando un qualsiasi termine, avvia una ricerca full-text operante nella totalità dei contenuti testuali relativi a ciascuna tipologia di scheda alfanumerica gestita in SICaR. Questa modalità di ricerca permette di definire in modo preciso "cosa ricercare" (termine) e "dove ricercare" (scheda e campo) mediante una costruzione step-by-step dell'interrogazione. E' possibile impostare contemporaneamente ricerche operanti su diverse tipologie di scheda, oppure specificare più condizioni di ricerca relativamente ad una stessa tipologia di scheda. Per ogni tipologia, viene evidenziato il numero di schede che soddisfano la domanda specificata, rendendo disponibile un link che porta all'elenco dei risultati, fornendo la possibilità di raffinare la domanda precedentemente impostata.
Accedendo all'elenco delle schede di ogni tipologia, viene fornita la possibilità di "filtrare" la lista mediante la definizione di un termine di ricerca. La scheda prescelta appare assieme all'elenco dei collegamenti esistenti con altre schede di cui viene mostrato un abstract; ciascuna di queste può essere a sua volta consultata. Per ogni scheda viene fornita inoltre la possibilità di visualizzare l'area del monumento (georeferenziazione) a cui essa si riferisce (sezione "informazioni vettoriali").
Si può selezionare il sistema di riferimento ("mappa sensibile") nel quale si intende lavorare e selezionando un layer di riferimento, si interroga una specifica "porzione della superficie". Accendendo uno o più di un layer e selezionando l'area di interesse, SICaR evidenzia le mappature corrispondenti, di cui fornisce l'accesso alla totalità delle schede alfanumeriche collegate, e di cui inoltre effettua e mostra la precisa misurazione delle superfici interessate, in dettaglio quantità di superfici interessate da ogni degrado e da ogni specifica metodologia di intervento. I dati sono filtrati su ciascuno schedatore, restauratore, utente ecc., permettono di redigere un diario di cantiere accurato e di monitorare l'andamento dei lavori in coerenza con un work-plan.
Direttamente on-line (anche sul cantiere, con connessioni wireless) si disegnano mappature sui file grafici, avvalendosi di semplici funzioni di editing. Selezionando una porzione anche estesa di superficie, è possibile collegare simultaneamente una scheda alfanumerica a tutte o ad alcune mappature in essa presenti (ad esempio, tutte le aree trattate con gli stessi materiali o che presentino lo stesso tipo di degrado). Inoltre,con una particolare categoria di schede (jolly), si possono effettuare collegamenti verso dati "esterni" al sistema. Con questo meccanismo è possibile gestire, ricercare e georeferenziare dati provenienti da altri archivi on-line, contributi multimediali, risorse presenti sul proprio PC, ecc..

Esempio di applicazione del sistema GIS nel cantiere di S. Maria in Gradi – VT

E' stato realizzato, con una certa rapidità, un abaco, in cui sono stati classificati, conducendo un confronto e verifica contestuale dello stato di ogni singolo elemento da reintegrare mediante calco, dei capitelli delle colonne, semicolonne e paraste che sorreggono la trabeazione dell'ordine gigante, che corre lungo il perimetro dell'intera chiesa con uno sviluppo lineare di circa 200 metri. È stato così accertato che ogni capitello e composto di 8-9 tipologie diverse di foglie, 4 tipologie di volute ioniche, 3 tipologie di fiori di acanto ecc., e contestualmente si è classificato, graficizzato, pianificato e geireferenziato l'intervento.
La documentazione prodotta in corso d'opera in cantiere, documentazione fotografica dello stato di conservazione e della restituzione finale delle superfici, mappature su basi grafiche esistenti, di reintegrazione totale o parziale dei modellati mancanti, e, di tutte le fasi operative, viene inserita giornalmente nel server remoto permettendo l'archiviazione di tutte le fonti documentali relative ad ogni porzione architettonica trattata.
I dati inseriti nel GIS costituiscono anche la base di analisi puntuale sulle tematiche legate allo stato di conservazione delle architetture all'inizio dei lavori e a seguito dell'intervento di restauro eseguito, per una verica degli eventuali fattori di deterioramento, finalizzata a programmazione di interventi manutentivi mirati, che possono essere quantificati con esattezza, in quanto su tutte le basi grafiche in scala, si è attribuito per ogni elemento bidimensionale un coefficiente di sviluppo in base alla complessità del modellato architettonico.

BIBLIOGRAFIA

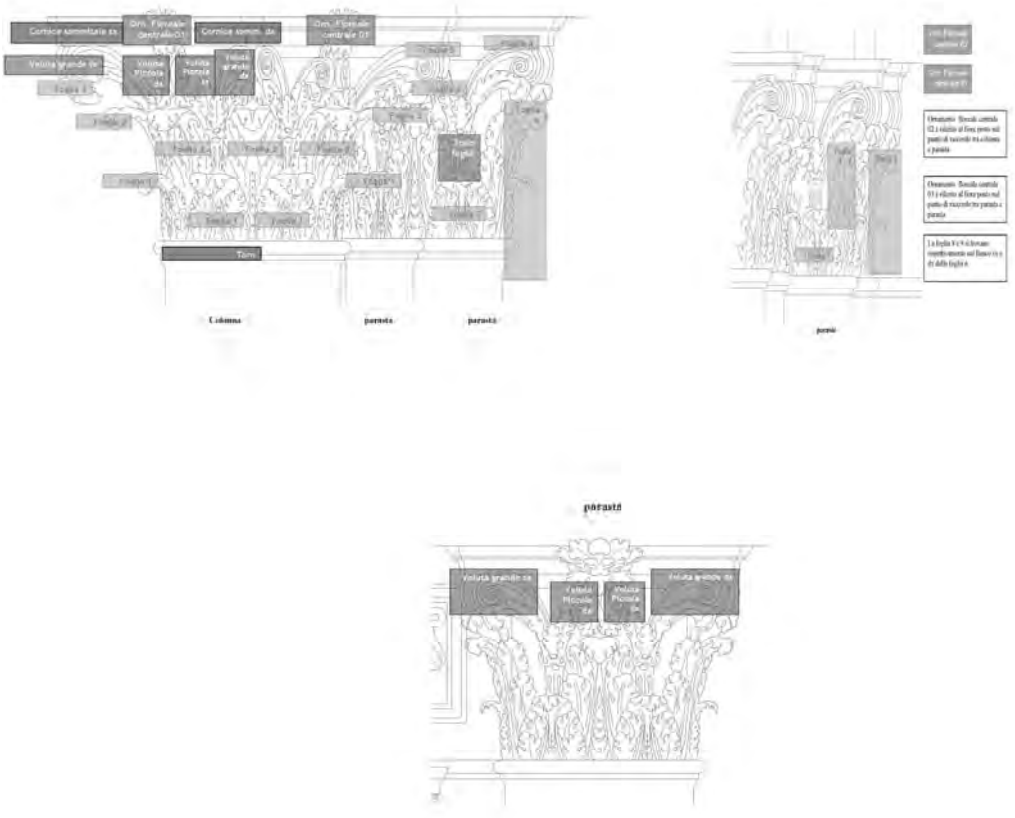
MIBAC Seminari, *il cantiere di restauro: strumenti di supporto Ferrara*, quart. fieri22 .03.07, 2007: Gisella Capponi,ICR, *Da Akira a SiCAR: un sistema GIS al servizio dei cantieri di restauro*; Francesco Sacco,ICR,*Classificazione e organizzazione dei dati storico conservativi: il SiCAR tra documentazione e progetto di restauro* ; Giuseppe Basile, ICR, *Un sistema informativo per la storia del restauro e dei restauratori* AA.VV., I Principi del Restauro per la Nuova Europa – La Carta Cracovia 2000, in reteMatteo Panzeri, Guido Gastaldo, Sistemi informativi geografici e beni culturali, Ed. CelidLanari, P., AKIRA GIS Server, CRIBeCu, Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali, Scuola Normale di Pisa, Cortona, settembre 2002

Salonia, P., Patrimonio storico monumentale e tecnologie dell'informazione: il sistema ARKIS, in rete
Biallo, G., Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici, Quaderni di MondoGIS, Roma, 2002
Accardo, G., Dati Geostatistici e patrimonio storico artistico, in MondoGIS anno III – n°12, Roma, settembre 1998

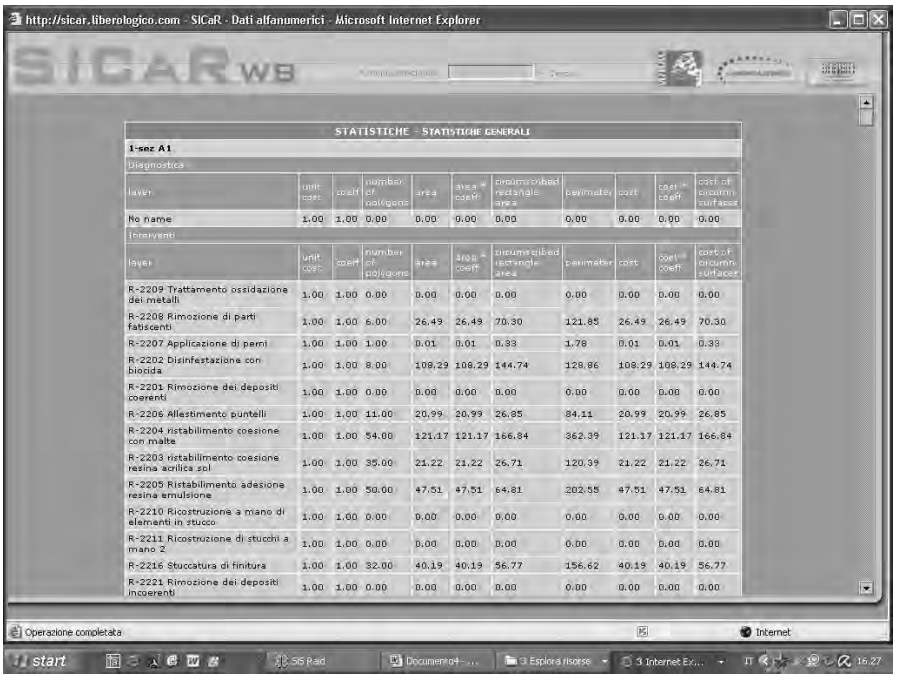
NOTA
Si ringrazia per il contributo tecnico fornit**o** il restauratore **Marco Mangano.**



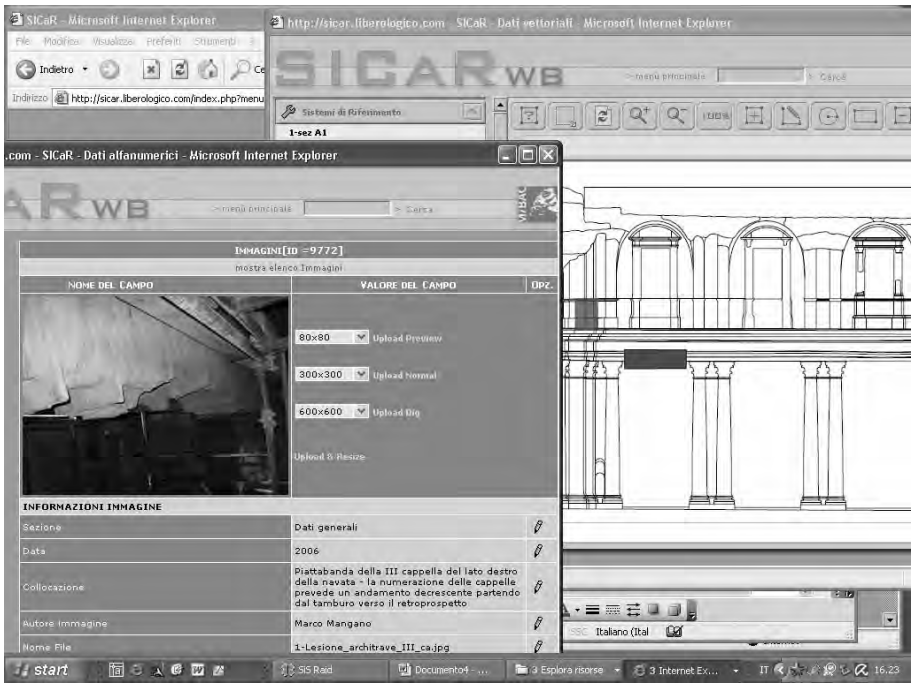
Chiesa di Santa Maria in Gradi(VT) – Restauro delle architetture in stucco di Nicola Salvi.
Visione della navata e presbiterio - Immagine d'archivio del 1951, dopo il bombardamento del "44"



Abaco Capitello classificazioni foglie e fiori

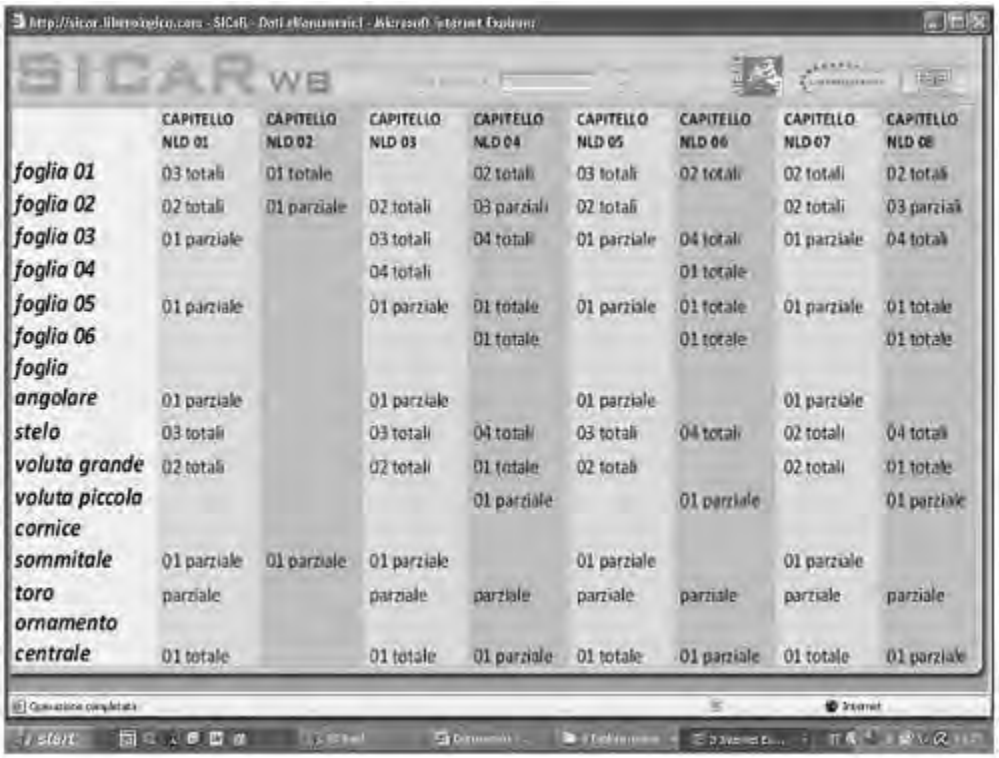


Funzionalità statistiche
identificazione e quantificazione delle superfici mappate relativamente



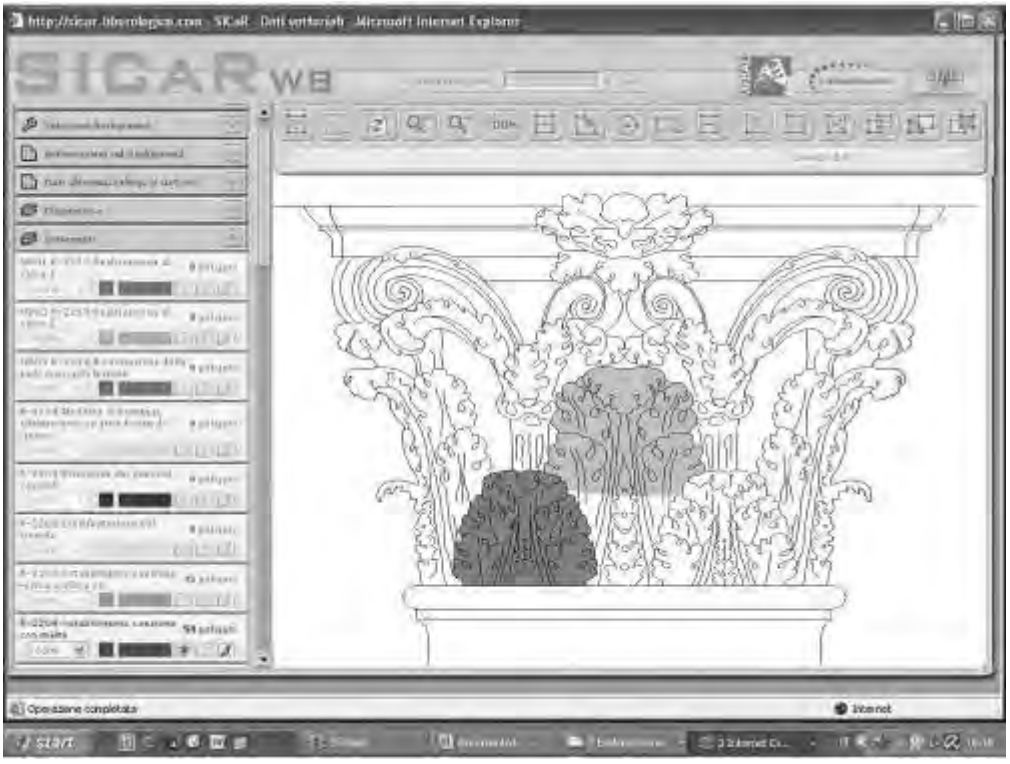
Interrogazione superfici campite e correlazioni con immagini, testi o dati

Esempio di catalogazione degli elementi decorativi mancanti totalmente o parzialmente relativi ai capitelli della trabeazione nella navata lato destro della chiesa.



	CAPITELLO NLD 01	CAPITELLO NLD 02	CAPITELLO NLD 03	CAPITELLO NLD 04	CAPITELLO NLD 05	CAPITELLO NLD 06	CAPITELLO NLD 07	CAPITELLO NLD 08
foglia 01	03 totali	01 totale		02 totali	03 totali	02 totali	02 totali	02 totali
foglia 02	02 totali	01 parziale	02 totali	03 parziali	02 totali		02 totali	03 parziali
foglia 03	01 parziale		03 totali	04 totali	01 parziale	04 totali	01 parziale	04 totali
foglia 04			04 totali			01 totale		
foglia 05	01 parziale		01 parziale	01 totale	01 parziale	01 totale	01 parziale	01 totale
foglia 06				01 totale		01 totale		01 totale
foglia angolare	01 parziale		01 parziale		01 parziale		01 parziale	
stelo	03 totali		03 totali	04 totali	03 totali	04 totali	02 totali	04 totali
voluta grande	02 totali		02 totali	01 totale	02 totali		02 totali	01 totale
voluta piccola				01 parziale		01 parziale		01 parziale
cornice sommitale	01 parziale	01 parziale	01 parziale		01 parziale		01 parziale	
toro	parziale		parziale	parziale	parziale	parziale	parziale	parziale
ornamento centrale	01 totale		01 totale	01 parziale	01 totale	01 parziale	01 totale	01 parziale

La mappatura degli elementi mancanti totalmente (foglia scura) o parziamente (foglia chiara) seguono la stessa procedura di acquisizione e restituzione. Le mappature prodotte vengono inserite nelle sezioni relative allo stato di conservazione o degli interventi eseguiti.



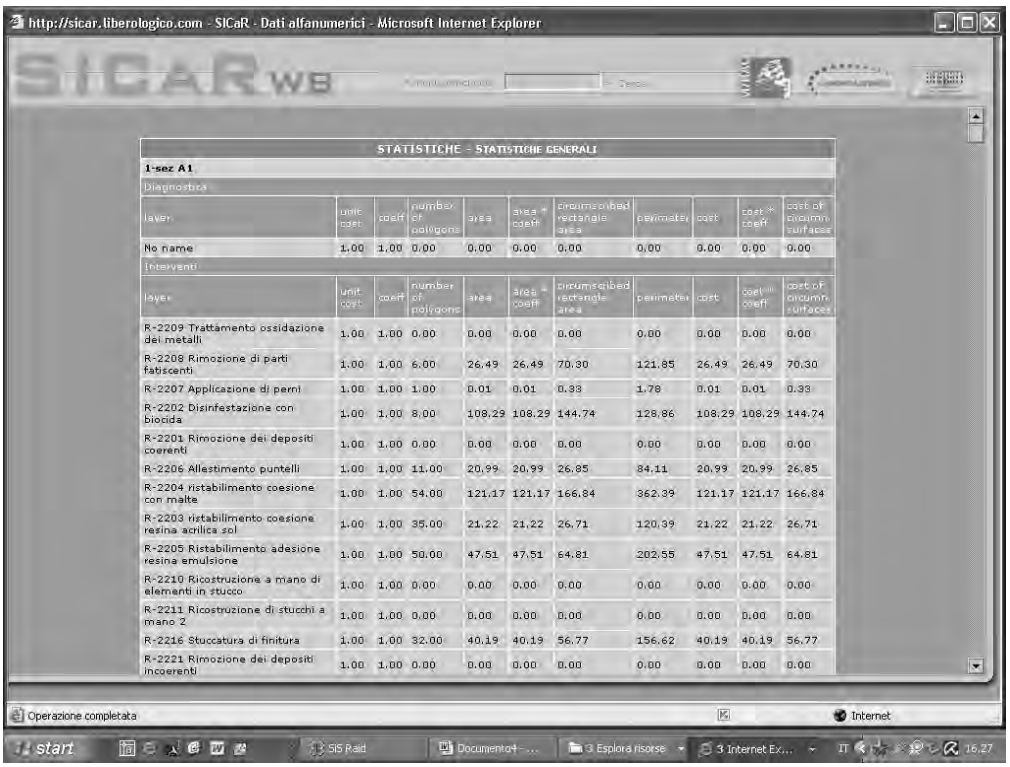
Sotto a sinistra è illustrato lo stato di conservazione del capitello NLD 02, a destra è visibile la ricostruzione totale della foglia denominata 1 (visualizzata con colore grigio scuro nella mappatura). Le copie sono state realizzate con stratificazioni di Jesmonite e tessuti multiassiali in fibra di vetro.





Particolare di una reintegrazione plastica parziale (visualizzata con colore grigio chiaro sulla mappatura)





layer	unit cost	coeff	number of polygons	area	area * coeff	circumscribed rectangle area	perimeter	cost	cost * coeff	cost of circumscribed surfaces
Diagnostica										
No name	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interventi										
R-2209 Trattamento ossidazione dei metalli	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-2208 Rimozione di parti fatiscenti	1.00	1.00	6.00	26.49	26.49	70.30	121.85	26.49	26.49	70.30
R-2207 Applicazione di perni	1.00	1.00	1.00	0.01	0.01	0.33	1.78	0.01	0.01	0.33
R-2202 Disinfestazione con biocida	1.00	1.00	8.00	108.29	108.29	144.74	128.86	108.29	108.29	144.74
R-2201 Rimozione dei depositi coerenti	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-2206 Allestimento puntelli	1.00	1.00	11.00	20.99	20.99	26.85	84.11	20.99	20.99	26.85
R-2204 ristabilimento coesione con malte	1.00	1.00	54.00	121.17	121.17	166.84	362.39	121.17	121.17	166.84
R-2203 ristabilimento coesione resina acrilica sol	1.00	1.00	35.00	21.22	21.22	26.71	120.39	21.22	21.22	26.71
R-2205 Ristabilimento adesione resina emulsione	1.00	1.00	50.00	47.51	47.51	64.81	202.55	47.51	47.51	64.81
R-2210 Ricostruzione a mano di elementi in stucco	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-2211 Ricostruzione di stucchi a mano 2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-2216 Stuccatura di finitura	1.00	1.00	32.00	40.19	40.19	56.77	156.62	40.19	40.19	56.77
R-2221 Rimozione dei depositi incoerenti	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Funzionalità statistiche
identificazione e quantificazione delle superfici mappate relativamente a: sistemi di riferimento, layers, aree selezionate, singole mappature;





MATERIALI E METODI INNOVATIVI PER IL MONTAGGIO DI UN DIPINTO MURALE STRAPPATO SU NUOVO SUPPORTO

Anna Borzomati[*], Antonio Iaccarino Idelson[**]

[*] diplomata ICR e autrice del lavoro di tesi, libero professionista, Viale Libia n°25, 00199, Roma, cel.339-6617071, ninash@tiscali.it

[**] relatore della tesi in oggetto, docente di restauro dei dipinti su tela presso l'Università di Urbino, Equilibrarte s.r.l.,Via Francesco Amici n°15, 00152,Roma, cel.339-7172063, a.iaccarino@libero.it

Abstract

La complessità della forma concava di un dipinto murale strappato dall'angolo di una volta ha richiesto particolare attenzione alla reversibilità meccanica del montaggio del dipinto sul pannello di supporto.
Si è dunque messo a punto uno strato d'intervento con due obbiettivi principali: che fossero impiegati materiali tali da consentire una reversibilità chimica ancor prima che meccanica, di provata stabilità e compatibili con le condizioni di conservazione del dipinto; che lo strato fosse applicabile in pasta e non partendo da un foglio preformato, in quanto questo avrebbe richiesto tagli centinati e numerose giunzioni.
L'adesione del dipinto allo strato d'intervento è stata realizzata con una tecnica messa a punto da W. R. Mehra per la foderatura a freddo dei dipinti di grandi dimensioni.
Le metodologie d'intervento presentate si inseriscono nell'ambito di riflessioni generali sulle problematiche trattate e sono corredate da prove di resistenza meccanica dei materiali usati.

Introduzione

Lo strato d'intervento ha lo scopo di permettere in futuro la rimozione del pannello di supporto senza arrecare danni alla pellicola pittorica già "sofferta" a causa del suo distacco dal supporto originario.
A differenza dei dipinti montati su superfici piane o cilindriche, dove lo strato d'intervento è rimovibile in modo relativamente semplice per via meccanica o chimico-meccanica, la complessità di una forma concava non permette di avere accesso allo stato di sacrificio con strumenti meccanici dal lato senza causare severe e pericolose deformazioni degli strati pittorici.
Sulla base di tali considerazioni su modalità di applicazione e di rimozione dello strato d'intervento, oltre ai due tradizionali materiali impiegati (malta idraulica**[1]** e un foglio di sughero**[2]**) si è voluto sperimentare una nuova tipologia di malta di natura resinosa costruita con la resina alifatica Regarlez 1126 **(1)** addizionata di cariche inerti come le microsfere fenoliche**[3]**. Il colore amaranto di queste ultime consente una indubbia riconoscibilità dello strato d'intervento in fase di rimozione.
Un altro aspetto che si è voluto approfondire è la metodologia di adesione del dipinto al nuovo pannello di supporto.
Facendo riferimento alla tecnica di Mehra **(2)** per la foderatura a freddo di opere di grande formato si è deciso di adottare questo metodo per realizzare il definitivo incollaggio del dipinto al nuovo supporto, già descritta per un caso simile (**3**) sebbene di forma meno complessa.

Indagini sperimentali

Sono stati eseguite prove sui materiali sia per le tecniche di applicazione al supporto che per la messa a punto di una miscela di facile lavorabilità. Le variabili sono: velocità di evaporazione del solvente, concentrazione della soluzione di resina, rapporto tra carica e legante.
La composizione scelta è quella in cui la resina è al 40% in una miscela di due solventi (Cicloesano e Ligroina).
Nell'ambito dei solventi capaci di sciogliere la Regarlez 1126, ne sono stati selezionati due tra i meno tossici che, uniti in una miscela di 2:1, hanno conferito alla malta una lavorabilità ottimale grazie ad una velocità di evaporazione adatta alla temperatura ed all'ambiente in cui è stata utilizzata.
Sono stati realizzati campioni (tre di ogni tipo, per limitare l'incidenza dell'errore sperimentale) con lo scopo di indagare sul comportamento dei tre materiali scelti (malta idraulica, sughero e malta resinosa) (Fig.1). I provini sono stati sottoposti a prove dinamometriche di *shearing-test* **[4]**.

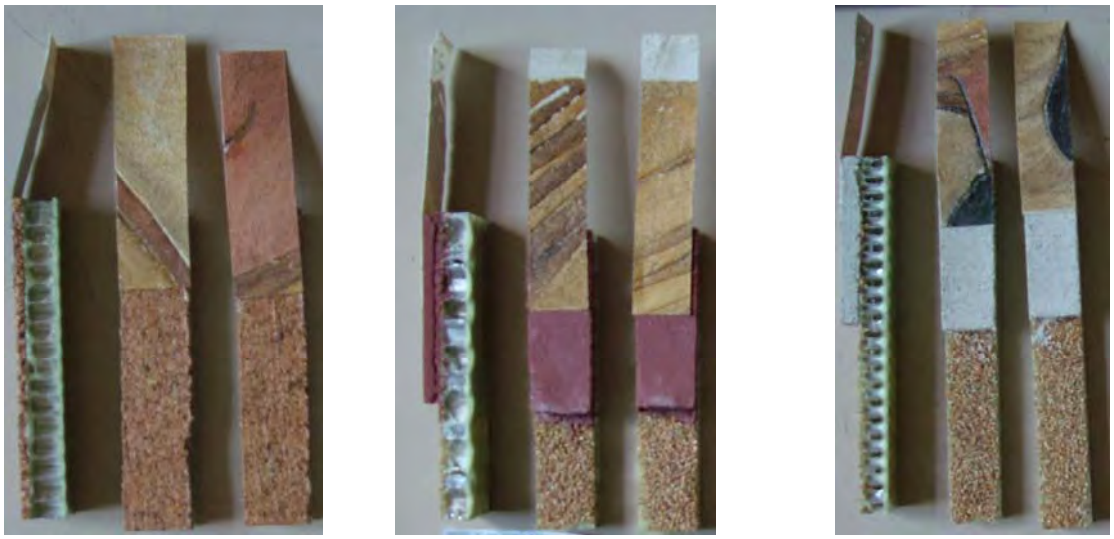


Figura 1. Provini dei tre materiali sperimentati per lo **strato d'intervento**

Risultati delle prove dinamometriche

Le prove dinamometriche hanno fornito il valore della resistenza meccanica dei materiali scelti, nelle condizioni in cui questi si troveranno al momento della rimozione del dipinto dal supporto.
La malta idraulica e il sughero hanno, come era ipotizzabile, dimostrato resistenze meccaniche troppo elevate; la malta resinosa ha presentato invece un comportamento adatto alle necessità del dipinto.
I primi due hanno infatti opposto alla trazione una forza tale da causare il cedimento negli strati costituiti dalla pellicola pittorica supportata dal nuovo adesivo acrilico; la nostra malta resinosa si è invece fratturata nello spessore con un carico di rottura adeguato alle necessità di conservazione (Fig.2).

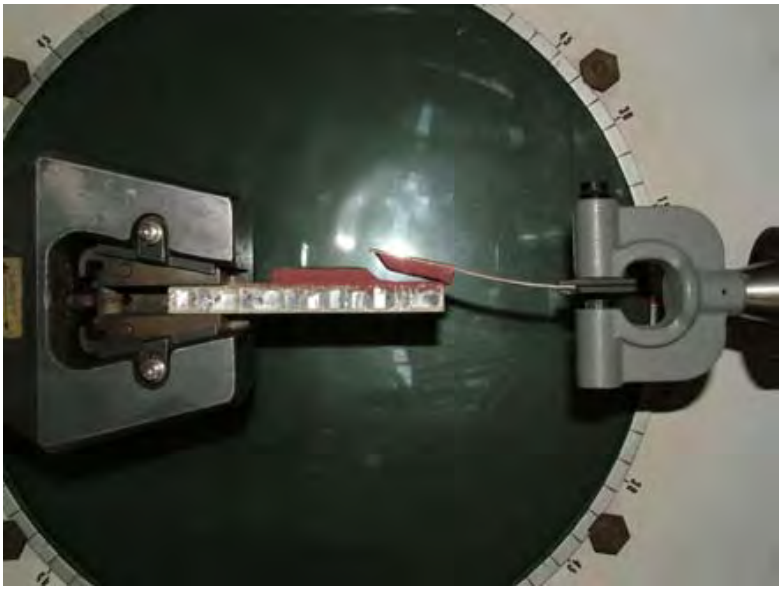
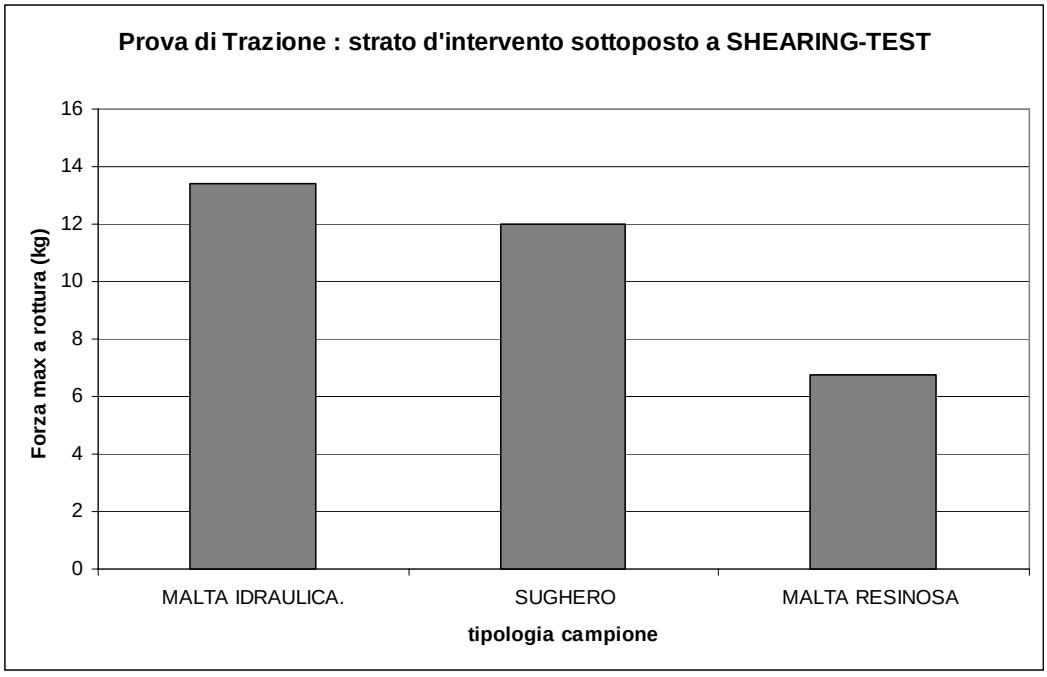


Figura 2. Shearing-test: rottura coesiva della malta resinosa

SHEARING-TEST: valori medi					
					Note
	Larghezza	Spessore	Area sezione	Carico di rottura	
Descrizione	(mm)	(mm)	(mm^2)	(kg)	
MALTA IDRAULICA	2,5	2,2	5,50	13,4	rottura della tela
SUGHERO	2,5	1,7	4,25	12	rottura della tela
MALTA RESINOSA	2,5	2,2	5,50	6,77	rottura strato d'intervento

CAMPIONI	Carico di rottura (kg)	Note
MALTA IDRAULICA.	13,4	rottura della tela
SUGHERO	12	rottura della tela
MALTA RESINOSA	6,77	rottura strato d'intervento



La scelta di impiegare la malta resinosa si è basata dunque sulla sua elevata reversibilità meccanica, oltre che sulle buone proprietà di adesione, leggerezza e di stabilità e reversibilità chimica.
La resina che compone lo strato può essere disciolta nel solvente con cui è stata applicata senza interferire con la solubilità dell'adesivo acrilico impiegato sul verso della pellicola pittorica, e la grande stabilità della sua molecola consente di ipotizzare che questa caratteristica si conservi molto a lungo.
Le opposte polarità delle due resine scelte permettono quindi di intervenire sulla reversibilità degli strati, costruiti in maniera differenziata.

Applicazione sul panello di supporto

Sul pannello, realizzato con pelli in fibra di carbonio su un'anima in nido d'ape d'alluminio, è stato steso uno strato d'aggrappaggio formato da resina epossidica**[5]** addensata con perlite, per evitare che si depositasse al centro della concavità, su cui è stata applicata della sabbia di fiume a granulometria media.
Per realizzare con la malta resinosa uno strato di spessore omogeneo, sulla superficie curva sono stati incollati provvisoriamente, con Paraloid B72 al 20% in Acetone, dei dadi utilizzati per conservare la percezione del livello anche lontano dai bordi. Una volta completata la stesura dello strato, essi sono stati rimossi e la loro sede è stata colmata.
(Fig.3).

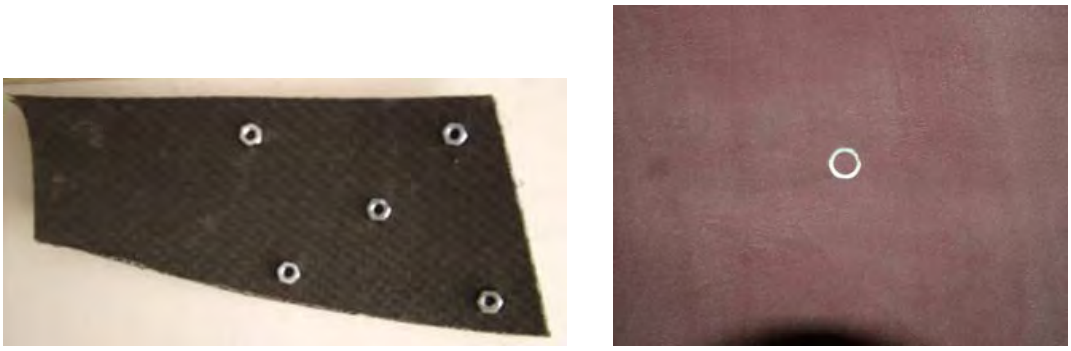


Figura 3. Dadi applicati provvisoriamente al pannello per livellare lo strato di malta

Per il livellamento lungo i bordi e per contenere il materiale che, nonostante la consistenza spatolabile, conservava una certa fluidità, lungo il perimetro del pannello sono stati montati dei bordi contenitivi realizzati con fasce di poliplat**[6]** di 6mm di spessore.
Lo strato, una volta completamente essiccato, è stato livellato mediante una spugna abrasiva (Fig.4).



Figura 4. Prova di stesura dello strato d'intervento

Adesione del dipinto al pannello di supporto

Per l'applicazione del nuovo supporto rigido completo dello strato d'intervento si è scelto di impiegare come adesivo di incollaggio il Plextol B500 usato per l'adesione della pellicola pittorica al velatino.
Facendo riferimento al metodo messo a punto da W. R. Mehra per l'esecuzione di foderature a freddo, si è impiegata l'emulsione acrilica in dispersione addensata con 10% di Toluene**[7]**, in modo da favorire ulteriormente l'adesione allo strato d'intervento grazie all'interazione con il solvente, meno polare dell'acqua (Fig.5).

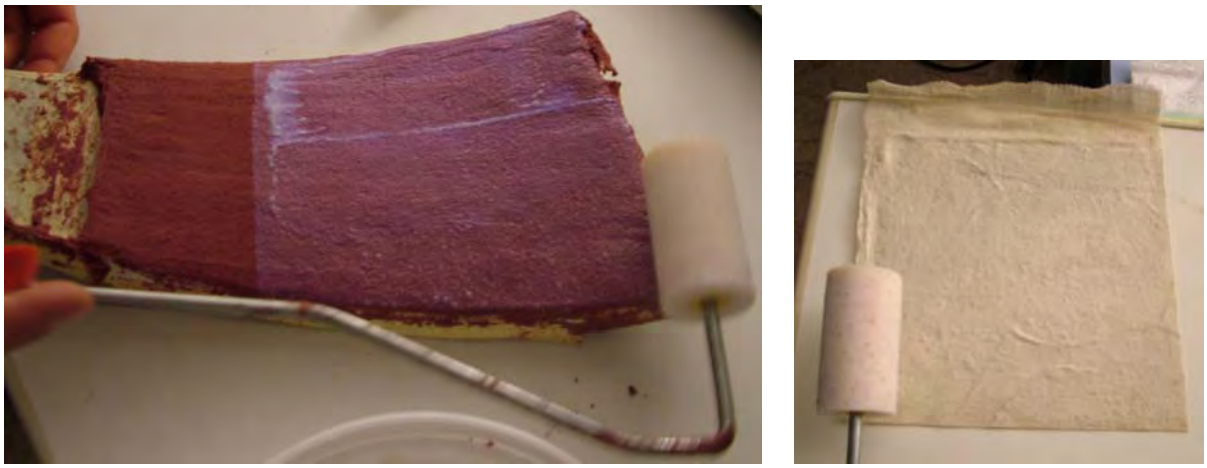


Figura 5. Stesura dell'adesivo sullo strato d'intervento e sil velatino che porta il campione di dipinto

Entrambe le superfici di contatto sono state preparate con una doppia stesura incrociata a rullo del suddetto materiale.
Una volta completamente essiccato, l'adesivo è stato riattivato mediante una leggera stesura di una miscela di Plextol B500 + solvente + acqua in rapporto 1:1:1(Fig.6).



Figura 6. Riattivazione dell'adesivo secco e preparazione all'adesione

L'adesione tra i due strati di adesivo riattivato è stata eseguita con il metodo del sottovuoto: l'opera è stata adagiata in maniera definitiva sul pannello di supporto proteggendo la superficie pittorica con dei fogli di melinex siliconato, ricoperti da fasce di tessuto drenante per facilitare l'aspirazione dell'aria anche nelle zone lontane dal bordo, distanziate in modo da permettere di osservare il dipinto nella fase di ancoraggio.
Una volta chiuso il sacco da vuoto, realizzato con un foglio di plastica estensibile, è stata attivata la pompa di aspirazione dell'aria. Dopo qualche minuto sono stati aperti dei piccoli fori dal lato opposto ai tubi di aspirazione, per consentire una leggera circolazione d'aria che favorisse l'evaporazione dell'acqua e dei solventi. Dopo circa un'ora si è potuto constatare che la presa dell'adesivo era avvenuta. La sua completa essiccazione, e quindi l'incollaggio definitivo, è avvenuta nelle ore successive all'apertura del sacco (Fig.7-8).



Figura 7. Adesione mediante sottovuoto



Figura 8. Presentazione finale

Conclusioni

La reversibilità dell'intervento, e quindi quella dei materiali utilizzati, è uno dei concetti fondamentali della nostra cultura del restauro.
In questo caso specifico la mancanza di un'adeguata reversibilità dello strato d'intervento avrebbe causato difficoltà ai colleghi a venire e situazioni potenzialmente traumatiche per l'opera.
A questo scopo si è voluto impiegare materiali e metodologie operative che potessero rispondere a tali caratteristiche, anche utilizzando materiali che provengono da altre aree disciplinari: la Regalrez 1126 è

commercializzata come consolidante per il legno, le microsfere fenoliche sono una carica usata nella costruzione di materiali compositi.
I materiali di restauro introdotti all'interno degli strati costruiti tra il supporto e la pellicola pittorica assicurano una reversibilità sia da un punto di vista fisico, in quanto la resistenza meccanica sufficientemente bassa dello strato consente una rimozione per demolizione della malta, che chimico poiché le differenti polarità dei materiali permettono una solubilità differenziata degli strati .
La metodologia di adesione del dipinto allo strato d'intervento ha permesso di raggiungere degli ottimi risultati impiegando materiali e tecniche già comprovate per la conservazione di altri supporti.

I materiali e metodi presentati sono stati impiegati per il montaggio di un dipinto murale strappato nel 1932 da sala ora demolita di Palazzo Astalli a Roma. L'interevento di restauro, eseguito durante un lavoro di tesi di diploma I.C.R., ha permesso di raggiungere degli ottimi risultati grazie alle preliminari prove su campione sopra descritte**(4)**.
Si ringraziano per il fondamentale contributo offerto nel lavoro di ricerca, la restauratrice Emanuela Ozino Caligaris (Lab. Dipinti Murali I.C.R), la dott. Giuseppina Vigliano (Lab. Chimica I.C.R.) e Mauro Torre (Lab. Fisica I.C.R.).

NOTE

[1] Per l'utilizzo della malta idraulica si è fatto riferimento a quella utilizzata per i frammenti ricollocati sui pannelli di fibra di Carbonio della Basilica Superiore di Assisi, realizzati anche in quel caso da Equilibrarte s.r.l.
[2] Il foglio di sughero è normalmente usato in spessori da 3 a 6mm, in questo caso si è scelto quello da 3.
[3] Microsfere fenoliche acquistate presso Chimica Strola, Torino
[4] Normativa Test di scorrimento ASTM D816-55
[5] ARALDITE AY 103-1(60%), indurente HU991(40%)
[6] Carton-plume: foglio di polistirolo rivestito di cartoncino bistrol
[7] Il Toluene è stato sostituito, perché altamente tossico, con una miscela di solventi, composta da 36% di Alcool Isopropilico e 64% di Nonano, ricavata grazie al programma ideato da M. Coladonato e P. Scarpitti (chimico e restauratore dell'I.C.R.) del Triangolo dei Solventi consultabile presso il sito dell'Istituto Centrale per il Restauro.

BIBLIOGRAFIA

(1) L. BORGIOLI – P. CREMONESI, *Le Resine usate nel Trattamento di Opere Policrome*, Collana Talenti, 2005, pp.150-57
(2) V.R. MEHRA, *Foderatura a freddo – I testi fondamentali per la metodologia*, Nardini Editore, 2004, pp 97-102
(**3**) C. BERGEAUD, C. SERINO, A. IACCARINO IDELSON, *"Aspasie. Un remarouflage inedit"*, in *Le plafond de Mercure, Salon des Nobles de la Reine, Château de Versailles, histoire d'une restauration*. Edition Spéciale de Connaissance des Arts, Parigi 2003.
(4) A. BORZOMATI, *Supporto per un dipinto murale strappato da superficie non planare. Studio e realizzazione con tecniche e materiali d'intervento innovativi*, Tesi di diploma I.C.R., 2006/07

LA RICOSTRUZIONE DI UN AMBIENTE ANTICO: LE NUOVE VOLTE DELLA CHIESA HIEMALE DI FIUMICELLO (BRESCIA)

Valeria Ghezzi[*], Laura Sala[**], Barbara Scala[***]

[*] Cultore della materia in restauro architettonico, DICATA Facoltà di Ingegneria, via Branze, Brescia, 0302510348, valeriaghezzi@libero.it
[**]Soprintendenza di Brescia BB.AA.P.
[***]Dottoranda in conservazione dell'architettura, DIAP Politecnico di Milano, piazza Leonardo Da Vinci , Milano, 0302950805, barbara.scala@polimi.it

Abstract

Con la seguente comunicazione si vuole illustrare la proposta di intervento realizzata presso la Chiesa Hiemale della Parrocchia di S. Maria Nascente in Fiumicello (Brescia). Il progetto di recupero della chiesa è nato a seguito del ritrovamenti di alcuni dipinti murali ospitati presso l'attuale canonica. L'esistenza dell'antica chiesa era nota, tuttavia non erano apparentemente pervenute testimonianze materiali circa la sua conservazione non solo per la sua parziale demolizione per lasciare spazio alla chiesa attuale ma soprattutto a seguito della trasformazione radicale della struttura negli anni del secondo dopoguerra. Infatti il complesso canonicale, suddiviso su due piani fu utilizzato come magazzino al piano terra, collegio con camere al piano primo e sopralzato per ospitare i laboratori di sartoria.
I tasselli eseguiti dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e del Paesaggio delle province di Brescia, Cremona e Mantova sulle superfici intonacate hanno messo in luce alcuni brani di dipinti affreschati appartenenti all'antica chiesa. Il recupero delle superfici dipinte nella loro completezza è stato realizzato con la demolizione del solaio interpiano che tagliava in due parti le figure e la rimozione degli intonaci cementizi "al civile" soprammessi negli anni '60.
L'intervento di restauro delle ampie superfici dipinte ha fatto riemergere il valore ecclesiastico dell'immobile che tuttavia nelle due campate recuperate era architettonicamente illeggibile sia per la copertura piana in latero – cemento sia per la disposizione delle nuove aperture finestrate.
Attraverso la lettura dei segni degli antichi intonaci conservati sia all'interno che all'esterno si è ricostruita da un lato la dimensione delle aperture antiche, ma soprattutto grazie ai segni di imposta delle volte a crociera coprenti le campate si è proposta la ricostruzione delle geometrie delle antiche volte ma utilizzando come materiali il legno e il ferro. In particolare, si sono realizzate due volte a crociera con struttura portante in ferro costituito da elementi ad L per le parti di connessione al muro e ferri piatti per realizzare le quattro costolature e la struttura portante delle vele. La superficie della volta è stata realizzata con pannelli di compensato marino sagomato sulle guide in ferro e rivestito nell'intradosso da lamelle di legno di dimensioni 5 per 20 centimetri, spessore 0,5 ad imitazione dei mattoni pieni. L'obiettivo raggiunto è stato quello di realizzare una struttura nuova decisamente riconoscibile che tuttavia per sue antiche forme permettesse una lettura contestualizzata dei dipinti ricreando la sacralità dell'ambiente.

Introduzione

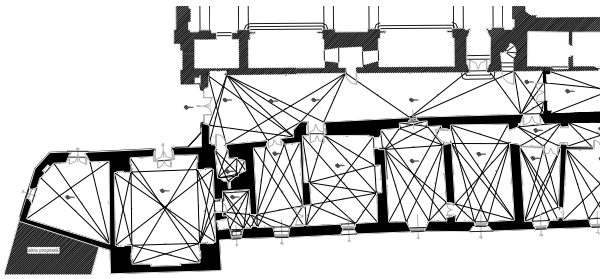
Dell'antica struttura chiesastica sita in località Fiumicello, a Brescia, in prossimità della settecentesca parrocchiale di Santa Maria Nascente, era nota l'esistenza attraverso le fonti documentarie ma l'edificio non era più riconoscibile in sito a seguito delle numerose trasformazioni che l'area aveva subito nel corso dei secoli.



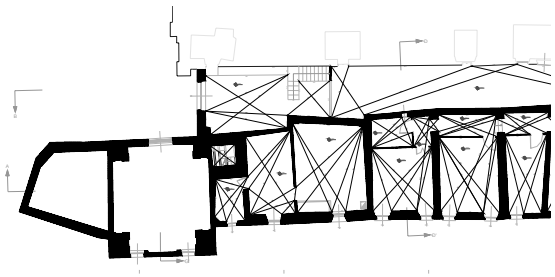
PROSPETTO MERIDIONALE DELLA CHIESA HIEMALE

L'antico complesso chiesastico innalzato prima del 1400, è ricordato nei cataloghi capitolari della cattedrale del 1410 e 1412 come detentore di tre benefici clericali[1]. Sorgeva presso la piccola cappella di Santa Maria *in Posterula* e l'antico cenobio benedettino femminile di San Pietro, edificati intorno all'anno 1000, ma già abbandonato nella prima metà del XIV secolo[2]. Questo edificio, parzialmente demolito per la realizzazione, nel 1764, della nuova chiesa parrocchiale, subì profondi mutamenti con la costruzione della canonica, all'inizio dell'800, che comportò la radicale trasformazione dei volumi originali. In particolare, durante la seconda metà del Novecento il complesso fu utilizzato come centro di

accoglienza e scuola professionale. Queste attività resero necessaria una razionalizzazione degli spazi con la costruzione di solette interpiano, tramezze, sopralzi per ricavare aule, la regolarizzazione e ridistribuzione di finestre: il tutto fu mascherato da un intonacatura cementizia sia all'interno che all'esterno tanto da conferire a quanto rimaneva della chiesa quattrocentesca l'aspetto di un immobile industriale degli anni '60.



PLANIMETRIA PIANO TERRA



PLANIMETRIA PIANO PRIMO

L'interesse nei confronti di queste vestigia si manifestò, per la prima volta, nel 1982, con la realizzazione di alcuni sondaggi esplorativi condotti, su iniziativa dell'ente parrocchiale, nel pavimento e sulle pareti orientale e meridionale di uno degli ambienti adibiti a magazzino. Sotto gli scialbi e gli intonaci cementizi più recenti vennero alla luce alcune tracce dipinte appartenenti all'apparato decorativo dell'antica parrocchiale. I tasselli di scoprimento realizzati, esibivano lacerti dell'originaria decorazione con volti e parti anatomiche di alcune figure variamente atteggiate, accostate ad una epigrafe, entro cartigli dipinti, che assegna alle raffigurazioni un carattere votivo: la celebrazione di San Sigismondo Martire, re dei Burgundi, per l'intercessione contro la peste.



SAGGI DEL 1982



SOLETTA LIGNEA INTERPIANO E DELLE DUE FINESTRE

Nell'agosto del 2002, la Soprintendenza B.A.P. di Brescia predispose un progetto di intervento finalizzato al recupero dell'apparato pittorico originario della antica chiesa da realizzarsi attraverso il discialbo ed il consolidamento degli intonaci e la rimozione del solaio e della tramezza esistenti, contestualmente alla pulitura e alla revisione del paramento interno della torre campanaria che presenta un impianto murario tipicamente duecentesco e al recupero dell'ambiente attiguo, voltato a botte, corrispondente alla Cappella dedicata a Santa Maria della Posterula.

Una più approfondita lettura delle tracce ancora esistenti dell'antico complesso quattrocentesco è stata condotta grazie ad una campagna di sondaggi stratigrafici ed al monitoraggio accurato delle pareti interne ed esterne dell'edificio, a cui si è aggiunto, nel corso dell'intervento di scoprimento, lo studio mineralogico-petrografico e chimico-stratigrafico di frammenti di intonaco prelevati dalle superfici[3].

L'intervento di restauro venne realizzato nel 2003 con finanziamento ministeriale[4]: le operazioni di discialbo e la rimozione di superfetazioni rivelarono l'effettiva estensione del rivestimento quattrocentesco permettendo di risalire, sulla base di una scrupolosa decodificazione delle tracce materiali emerse, ad una parziale ricostruzione della primitiva struttura chiesastica. La presenza di intonaci quattrocenteschi, dipinti o senza ornamento, è stata infatti riscontrata su tutte le pareti interne di questo ambiente svelando con precisione l'estensione perimetrale di tre dei lati originari della parrocchiale quattrocentesca che risulta essere addossata, ad est, alla presunta cappella medievale e, ad ovest, al campanile duecentesco.

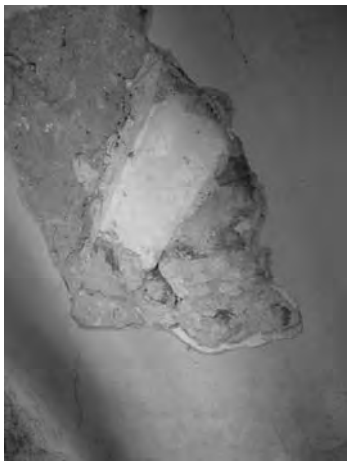
Gli intonaci svelati esibiscono impasti e finiture identiche in tutte le pareti ad esclusione dell'area inferiore della parete meridionale che con quella occidentale è completata da un intonaco meno accurato, rifinito da uno scialbo di calce color avorio privo di decorazione. L'intonaco ricopre la porzione di muro che corrisponde alla parete esterna del campanile e segue la muratura verso nord fin sopra la piccola porta d'accesso alla torre sulla quale sono emersi dipinti ad affresco costituiti da stesure di finto marmo a quadroni e rivela una inequivocabile coerenza dei motivi dipinti con l'assetto murario del campanile la cui struttura, composta da laterizi disposti in corsi ordinati con giunti stilati, è identificativa dei manufatti di epoca romanica e tardo-medievale.
La tipologia decorativa, ascrivibile agli inizi del XIII secolo, risulta coerente con i brani murari duecenteschi interni al campanile. Altri frammenti di intonaci dipinti si estendono sul pilastro e sulle due ampie arcate a tutto sesto poste a monte attraverso le quali il locale si apriva verso l'area ora occupata dall'androne e dalla settecentesca parrocchiale.
Esternamente, sul lato opposto, l'interpretazione della struttura muraria, ancora osservabile dalle estese lacune di intonaco del prospetto esterno, unitamente al ritrovamento di poche ma inequivocabili tracce dei rivestimenti originari, conservati sotto lo scialbo cementizio, insieme alla lettura della struttura muraria emersa sul prospetto, hanno permesso di definire con certezza i profili delle alte monofore aperte sulla parete meridionale dalle quali erano state ricavate le quattro piccole finestre dei vecchi locali della canonica.
Il ciclo pittorico venuto alla luce esibisce due distinte fasi decorative suggerite da evidenti incongruenze stilistiche che fanno ritenere i dipinti opera di due momenti cronologicamente diversi, forse separati da pochi decenni.
La decorazione più antica, databile intorno agli ultimi decenni del Quattrocento, si sviluppa, entro due campi centinati, disposti tra le finestre della parete meridionale; una seconda, cinquecentesca, è costituita da pochi lacerti di quadrature policrome sulle ghiere e nei sott'archi del lato settentrionale del locale, dove il pilastro che divide i due volumi che compongono l'aula conserva l'arriccio originale con sinopia in tempera nera recante una figura femminile drappeggiata, e da due scomparti più integri, incorniciati da archi a tutto sesto dipinti, collocati sulle estremità della parete orientale.
Il primo ciclo decorativo esibisce, entro un apparato architettonico dipinto, un'imponente figura di San Sigismondo, in abiti regali e i consueti attributi, raffigurato tra gli offerenti, San Genesio e un Santo non identificato, con spada e palma del martirio. A fianco è la rappresentazione, molto frammentaria, di una *Natività* ambientata in uno spazio aperto e sovrastata da angeli in atto di reggere un cartiglio. L'assegnazione cronologica di questi dipinti è dettata dalla posa ieratica e dalla fissità dello sguardo di San Sigismondo, insieme al gusto ancora goticheggiante dei costumi, che tuttavia sono poco coerenti con l'impianto architettonico dipinto.
I due riquadri posti ad ornamento della parete orientale illustrano altrettanti episodi della vita di Cristo: *La preghiera nell'orto*, sulla destra, e *La cattura*, a sinistra. In essi si possono riconoscere i tratti distintivi dell'opera di Paolo da Caylina il Giovane, pittore bresciano già collaboratore di Vincenzo Foppa, di cui era nipote, in seguito erede della sua illustre bottega. Sulla base di considerazioni prettamente stilistiche i dipinti potrebbero essere collocati intorno al terzo decennio del Cinquecento, in immediata successione alle opere del Caylina in Santa Giulia, dipinte intorno al 1525-1528, alle quali si accostano per la gamma cromatica e i particolari naturalistici dello sfondo, per le pose e le armature dei personaggi ai piedi del Cristo negli episodi di Fiumicello che trovano puntuali confronti con le figure degli armigeri nella *Resurrezione* del Coro delle Monache in Santa Giulia a Brescia.



PARTICOLARI DELL'INTONACO IN CUI È EVIDENZIATO L'ANDAMENTO E L'INNESTO DELLA VOLTA




PARTICOLARI DELL'INTONACO IN CUI È EVIDENZIATO L'ANDAMENTO E L'INNESTO DELLA VOLTA




PARTICOLARE DEI PUNTI DI INNESTO

Il recupero del significativo e ricco apparato decorativo dell'antica chiesa ha offerto l'occasione per riflettere riguardo l'opportunità di *ambientare* i dipinti cioè il *ri*creare un'architettura che permettesse una più facile lettura e comprensione delle immagini emergenti all'interno di un quel semplice parallelepipedo ricavato dalle demolizioni necessarie al completo recupero delle figure stesse. Il tema, di non facile risoluzione nell'ambito di un restauro conservativo, vedeva il confronto tra la proposta di una conservazione dei volumi novecenteschi chiusi superiormente da una copertura piana[5], che tuttavia, nella nuova configurazione presentavano un'altezza eccessiva e sproporzionata[6], oppure la realizzazione di una struttura nuova architettonicamente e storicamente riconosciuta come appartenente alla tipologia chiesastica, senza tuttavia impedire la lettura dell'impianto moderno.

Un tema non nuovo nell'ambito del restauro architettonico: un occasione per sottolineare l'opportunità di una dialettica tra il processo creativo del progettista e l'oggetto *mutilo*[7], che perdendo la sua immagine rischia di non essere riconosciuto nella memoria collettiva costituita da immagini identitarie storicizzate.

La proposta di una forma antica la cui sagoma era supportata da dati materiali certi ha come obiettivo quello di ricontestualizzare gli episodi sacri dipinti, eliminando l'anonimato generato dalla frammentazione dei cicli pittorici. Suggerire una sacralità dello spazio mantenendo il necessario distacco e sfruttando ogni elemento superstite della preesistenza, utile a riproporre forma e dimensioni originarie tentando, con tecniche e tecnologie databili al momento dell'intervento, una riedizione di spazi e volumi escludendo ogni invenzione attraverso l'uso particolare dei materiali scelti per la ricostruzione.

L'accurata lettura degli intonaci ha messo in evidenza la presenza, a copertura dell'ambiente ospitante gli affreschi, di due volte a crocera di dimensioni diverse, a forma quadrangolare. E infatti gli intonaci dipinti si sviluppano in tutta la loro altezza originale interrompendosi nei margini superiori con un lieve ingrossamento all'imposta delle primitive coperture, ovvero dove la finitura risvoltava a seguire l'andamento delle due volte

crociere che ricoprivano le campate. Perfettamente visibili e riconoscibili sono anche i punti di inserimento dei peducci d'imposta delle due volte, di ampiezza e forma diversa, separate da un arco centrale.
Saggi più profondi riguardanti soprattutto i quattro lati del pilastro decorato con sinopia hanno permesso di individuare con precisione l'altezza d'imposta della volta la cui quota è coincidente con quella evidenziata dall'intonaco sulla parete con affreschi. Anche tra la muratura del campanile e quella adiacente, verso nord, delimitanti la campata minore, emerge il segno dell'imposta opposta della volta[8] così come tra la muratura orientale e quella settentrionale. Proprio in entrambe queste ultime pareti gli intonaci evidenziano chiaramente il segno completo di due archi di altezza coincidente a quella delle precedenti pareti descritte.

In base hai dati raccolti ed un accurato rilievo geometrico si è provato ha simulare graficamente l'antica copertura a crociera, irregolare nella pianta ma che impaginava perfettamente i dipinti emersi dopo i restauri. A seguito di un soddisfacente risultato grafico si è azzardata una proposta, abbastanza audace: la ricostruzione della copertura a crociera. Il ripristino formale della volta con materiali appartenenti alla tradizione edilizia (ferro e legno) ma utilizzati per altri scopi è stato preliminarmente presentato per l'approvazione agli organi competenti predisponendo un modellino in scala 1:10 la cui costruzione mise in luce una serie di difficoltà realizzative, che vennero affrontate già a quella scala, ma soprattutto aiutò a ragionare sulla scelta teorico metodologica proposta e sui materiali adottati per la realizzazione.
In fase progettuale si valutarono varie alternative per la ricostruzione della volta quali ad esempio il cartongesso, materiale piuttosto povero, che se avrebbe soddisfatto le esigenze formali, metteva in pericolo la riconoscibilità dell'appartato aggiunto una volta che fosse stato completato e uniformemente tinteggiato. Una volta in muratura è stata esclusa a priori perché sarebbero risultate necessarie opere costruttive di una certa importanza e con un notevole impatto e sarebbe stata difficilmente riconoscibile.
Sulla base di queste considerazioni nasce l'idea di creare una copertura percepibile come moderna, che non doveva incombere rispetto ai dipinti ma aiutare alla lettura e comprensione dei significati simbolici rappresentati ridando dignità al contesto: in ferro (come struttura portante) e listelli in legno a simulare i mattoni.
Al fine di non danneggiare, alterare o nascondere i segni che hanno documentato l'esistenza dell'antica copertura si è optato di traslare l'imposta della volta di circa 20 cm. verso l'alto. Tutta la struttura è stata realizzata in opera ed è costituita da una struttura portante in ferro mentre le vele sono state realizzate in ferro e legno. Lungo tutto il perimetro delle volte è stato collocato un ferro a L collegato alla muratura perimetrale a sagomato analogamente all'andamento della curvatura degli archi rilevati. Le costolonature, a separazione delle vele, sono state realizzate con ferri a T incrociati al centro. Il punto di unione dei singoli ferri è stato coperto da una piastra tonda fissata al solaio soprastante in laterocemento. Ad intervalli regolari di circa 30 cm sono stati disposti altri ferri piatti, a cui è stata data una curvatura attraverso la battitura manuale degli stessi, saldati alle costolonature. La superficie delle vele è stata coperta attraverso un doppio strato di multistrato marino di pioppo spessore 4 mm disposto nelle due direzioni perpendicolari tra loro per omogeneizzare le curvature delle vele, e fissato con viti in acciaio[9]. Per la finitura si sono scelte dei listelli in legno tipo teak burna di dimensione 250x 50 spessore 10 mm bisellato su tutti i lati che ricordano per forma e colore il mattone. A protezione del legno sono state stese due mani di vernice oleouretanica. La realizzazione dell'opera incontrò varie difficoltà: in primo luogo il problema della curvatura della volta che non risultava omogenea tra i vari supporti in ferro delle vele piegati a freddo. Al problema è stata posta soluzione posando degli spessori in legno sotto il multistrato marino in modo da omogeneizzare la curvatura. Il primo strato di multistrato è stato posto in opera con viti ancorate ai supporti in ferro forati in cantiere mentre il secondo incrociato è stato fissato al primo con un collante silanico. Il listello di parquet, bisellato in fabbrica, è stato fissato al supporto con viti e collante. Le viti avevano lo scopo di fissare il listello mentre la colla faceva presa; quindi le stesse sono state rimosse e il foro stuccato. Quando la curvatura della volta era particolarmente forte il listello è stato indebolito nella parte retrostante tramite dei tagli nella direzione della larghezza in modo che risultasse più flessibile alla curvatura. I listelli sono stati posati in modo diversificato nelle due campate: nella volta più stretta i listelli sono stati disposti in modo uniforme lungo la direzione maggiore, mentre nell'altra volta i listelli sono stati collocati in modo che il lato lungo fosse rivolto verso il centro della volta.
Le nuove volte della chiesa hiemale di Fiumicello, possono essere intese come un'opera *didattica* che permette di percepire lo spazio originale del monumento senza ricostruirlo in maniera falsa o arbitraria e costituiscono un intervento di restauro moderno perfettamente *distinguibile* e totalmente *reversibile* nel tempo.





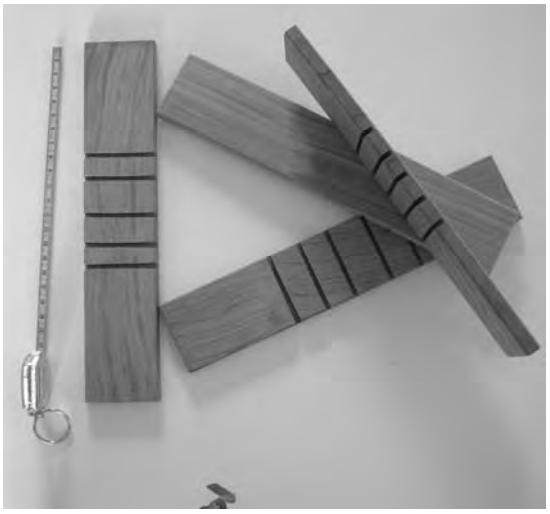
PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELLA VOLTA: PARTI IN FERRO



PARTICOLARE DELL'ANGOLARE



SUPPORTO POSTERIORE ALLA VOLTA



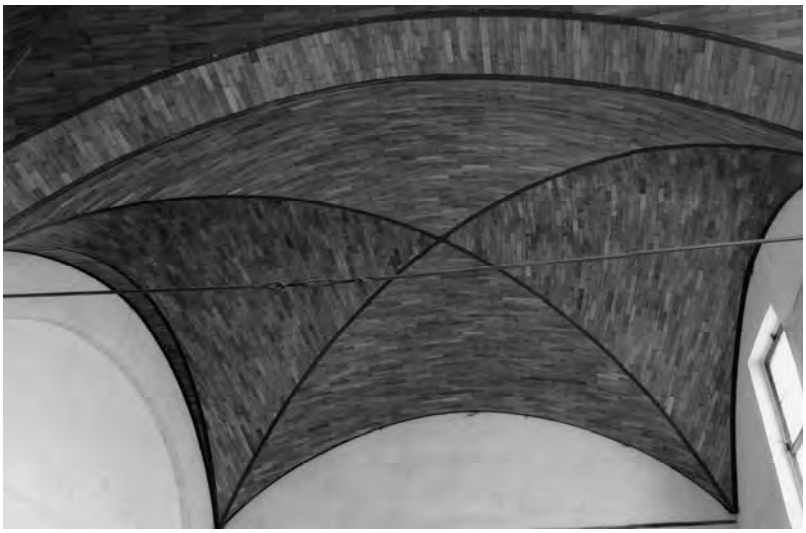
TAGLI DELLE LAMELLE DI TEAK



FASI COSTRUTTIVE DELLE VELE



ANGOLARE RIVESTITO CON LAMELLE



LA VOLTA MAGGIORE





LA VOLTA MAGGIORE



L'ARCO TRA LE VOLTE

BIBLIOGRAFIA

- Cabras Claudio, "*Fiumicello nella storia e tradizione*", volume primo, Linotipografia Squassina, Brescia, 1976, pagg.125.
- Cabras Claudio, *"La chiesa di S.Maria Nascente in Fiumicello-Brescia*", Emmebigrafica, Brescia, 1991, pagg.71.
- Frisoni Fiorella, De Leonardis Francesco, Prestini Rossana, "*Paolo da Caylina il Giovane e la bottega dei Caylina nel panorama artistico bresciano fra Quattrocento e Cinquecento"*, Artigianelli S.p.a., Brescia, 2003, pagg.206.
- *La terra di Ome in età medievale*, a cura di Gabriele Archetti e Angelo Valsecchi, Artigianelli S.p.a., Brescia, 2003, pagg.335
- Sannazzaro Giovanni Battista, *La decorazione pittorica dal medioevo al rinascimento nel monastero cistercense di Morimondo (Milano)*", in *Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi*, Atti del Convegno di Studi, Bressanone 12-15 luglio 2005, pagg.1409
- Minissi Franco, *Ipotesi di impiego di coperture metalliche a protezione delle zone archeologiche*, Restauro n° 81, 1985, pagg. 27-31
- Minissi Franco, *Perché e come proteggere i siti archeologici*, Restauro n° 90, 1987, pagg. 78-85
- Carbonara Giovanni, *Orientamenti del restauro in Italia*, L'architetto Italiano n° 8, 2005, pagg. 56-61

I lavori sono stati eseguiti da: Garda Parquet (Polpenazze – Bs) – Fabbro Torelli (Brescia)

NOTE

[1] A.P.A: fald.D/I c.4 doc.16. forse già a quell'epoca Fiumicello si staccò dalla chiesa di San Giovanni e divenne parrocchia. Riunita al capitolo della Cattedrale con Bolla di papa Leone X, nel 1518.
A.P.A: fald.B/I-A c.12 doc.3 nel Codice Queriniano del 1532 viene nuovamente citata come chiesa parrocchiale di Fiumicello (E.Spada *La Chiesa prepositurale di S.Maria Nascente a Fiumicello* in "Memorie storiche della diocesi di Brescia", vol.XXVIII, 1961 fasc.II) . Verso la fine del XVI secolo la struttura, "squalida et defformata per l'antichità", subì alcuni interventi di restauro e nel 1596 venne "sbiancheggiata" per volontà di Petrus Scudierus, curato di Fiumicello (A.P.A. Libro dé Battesimi, 1596)
[2] La cappella ed il monastero benedettino sono ricordate tra le dipendenze del capitolo della cattedrale nelle bolle papali del XII secolo (Gradenigo Giovanni Girolamo, *Brixia Sacra*, Brescia 1755 ex typographia Joannis Baptistae Bossini; F.Odorici, *Storie Bresciane compendiate*, Brescia 1882, Tipografia Apollonio,. - 334 pagg); nel Trecento la zona di Fiumicello conobbe un complessivo degrado: la cappella venne dismessa a seguito della costruzione della nuova chiesa e il cenobio, nel 1343, fu aggregato al monastero cittadino dei SS. Cosma e Damiano e decadde fino a divenire lazzaretto nel 1471-73)
[3] I prelievi e le indagini degli impasti artificiali sono stati condotti da "Pro Arte s.n.c." di Noventa Vicentina nella primavera 2003.
[4] Il restauro è stato eseguito da "Arte e Restauro s.a.s. di Angela Guerrini e C.", di Mandriole (Ravenna) su progetto redatto da Laura Sala della Soprintendenza di Brescia. L'intervento ha previsto: il discialbo e la pulitura di tutte le superfici dipinte eseguiti con mezzi meccanici e, dove necessario, l'uso carbonato di ammonio in soluzione attraverso carta giapponese; operazioni di natura conservativa degli intonaci realizzate mediante il consolidamento con iniezioni di malte idrauliche naturali; il fissaggio del colore, mediante applicazioni di acqua di calce o etil-metacrilato in soluzione, nonché una puntuale stuccatura ed integrazione pittorica delle lacune. E stata inoltre realizzata la posa in opera di pavimento in cotto, nuovo e di recupero, la revisione strutturale della scala lignea interna alla torre campanaria, mediante consolidamento e sostituzione del materiale deteriorato e ricostruzione degli elementi mancanti, la pulitura del paramento murario interno della torre, eseguita con spazzole morbide ed aspiratori a secco, compresa la stilatura dei giunti con malta compatibile per granulometria, colore e composizione a quella esistente.
[5] Cioè una soletta in calcestruzzo
[6] L'immagine di San Sigismondo è alta circa tre metri e si sviluppa su due piani.
[7] Si citano due esempi significati di integrazione di coperture voltate andate perse quali l'opera di Franco Minissi a San Nicolò regale a Mazzara del Vallo chiesa di epoca normanna in cui si ricostruì la copertura non più esistente con elementi sagomati in perspex che simulavano l'apparecchiatura di conci di arenaria costituenti archi, volte e cupola (1962) ora demoliti e l'opera di Pierluigi Cervellati a Bologna presso l'ex Oratorio San Filippo Neri squarciato dai bombardamenti dell'ultima guerra mondiale e reintegrato nei volumi con doghe in legno.
[8] L'incrocio tra la muratura del campanile e quella adiacente a nord ha messo in evidenza una demolizione di parte della muratura del campanile quasi a voler creare un passaggio particolarmente angusto il cui scopo tuttavia non è stato chiarito a causa della mancanza di segni sulla restante muratura e nelle eventuali fondazioni di una seconda struttura di cui tuttavia dagli scavi eseguiti non è emersa la presenza.
[9] Viti in acciaio nichel cromo diam 4,2 mm di lunghezza 25 mm

L'UTILIZZO DELLA FOTOGRAFIA TRADIZIONALE E DIGITALE NELLA PRATICA DEL RESTAURO: METODOLOGIE DI INTERVENTO

Filippo Robino

Architetto. Studio Fotografico, Fraz. Bottini 8 10084 Forno Canavese (To) - tel.: 329 5810792- 0124 77992 - e-mail gruchofromtrondheim@hotmail.it

Il nocciolo del mio intervento, articolato in quattro parti, non vuole entrare nel merito di tecniche di indagine particolari, come la riflettografia, le riprese uv, a raggi x , all' infrarosso o alla fotogrammetria terrestre, ma mettere a fuoco le problematiche che nascono praticamente tutti i giorni nella pratica fortografica nel restauro.
In trent'anni di attività in questo campo non ci sono stati significativi passi avanti nel dialogo tra restauratori, committenti pubblici e privati e fotografi: difficoltà di usare termini tecnici condivisi; mancanza di una sequenza standardizzata nel seguire da parte del fotografo il percorso di resturo di un' opera; l'imprecisa stesura delle perizie, che spesso sono più legate alla quantità di fondi a disposizione che alla necessaria documentazione di intervento.
La confusione, negli ultimi anni , è aumentata con l' introduzione della ripresa digitale, foriera di un lessico nuovo e di difficile comprensione.
Suddivido il lavoro in quattro parti:

A - Metodologia di un servizio fotografico standard su un intervento di restauro.
B - L' approccio ad un'opera d'arte
C - Quali fotocamere utilizzare
D - Conclusioni

A – Quando il restauratore deve far effettuare una documentazione fotografica, si trova nella spiacevole posizione di dover fare quadrare diverse esigenze: il fastidio di dover interrompere il lavoro in studio su altri oggetti perchè le riprese hanno bisogno di spazio; il dubbio e l' incertezza su quali e quante foto debbano essere fatte all' opera in restauro; la sensazione di fondo che le foto siano un costo o superfluo o che si può aggirare con fai da te quasi sempre scadenti e poco utili, per la sciagurata scelta del massimo ribasso nell' aggiudicazione dei lavori. Non ultimo, la possibilità di far quadrare i conti rosicchiando sulla quantità di immagini complessive.
Questa situazione nasce perchè mancano dei criteri standardizzati di metodologia di lavoro.
L' immagine fotografica è l' unica prova visiva che rimanga in archivio di un' opera, prima che venga restaurata. Non esistono descrizioni scritte o disegnate che possano restituire in modo preciso e inconfutabile la memoria di prima del restauro. Allo stesso modo, fondamentali sono le immagini dello stato di avanzamento del restauro e così pure quello finale, perchè un' opera d' arte inizia il suo degrado immediatamente dopo la fine dei lavori.
In questo contesto, si parte dal principio che le riprese del prima e del dopo intervento vadano sicuramente fatte, quelle del durante sì, ma con moderazione, sì, ma con mezzi spesso non professionali, sì, ma non spendendo molto. I motivi di questa anarchica confusione nascono spesso dalla imprecisione delle perizie. L' impressione è che queste siano fatte da persone che non conoscano i termini tecnici della fotografia e che non stabiliscano il numero di riprese da farsi in base alle esigenze, ma in funzione della cifra stanziata o rimasta scalando tutte le voci del restauro. E così facendo, vengono fuori quantità di immagini spesso insufficienti, distribuite in modo disordinato tra le varie fasi di restauro. Capitano anche perizie con un numero esorbitante di foto, con il risultato di sprecare immagini e soldi.
I suggerimenti che propongo sono due: uno rivolto alla metodologia di ripresa, l' altro alla chiarezza delle perizie.

L'opera da restaurare deve essere sottoposta ad un minimo di **tre passaggi fotografici**: nel primo, il servizio deve prevedere (facciamo l'esempio di un quadro) le riprese generali del fronte e del retro, con e senza cornice, **sicuramente in bianco e nero**, in diapositiva ed eventualmente in digitale.Ulteriori riprese di particolari, possono essere fatte di danneggiamenti o rifacimenti, in prima fase, **sempre in BN,** in diapositiva e/o digitale se necessario. Durante i restauri, vanno fotografati i tasselli di pulitura, i sollevamenti di colore e quanto altro nel frattempo sia apparso di inaspettato in corso d' opera, **sempre in BN,** in diapositiva e in digitale se necessario. Nella fase finale, vanno rifatte le riprese del prima, **sempre in BN,** in diapositiva e/o digitale.
Perchè questo criterio:

Il negativo Bn, se ben sviluppato e ben conservato, si mantiene integro indefinitamente. Le stampe da negativo si possono conservare per decenni e non subiscono forti processi degenerativi con il tempo. Inoltre, le informazioni fondamentali sullo stato di conservazione di un' opera non hanno bisogno di colori.
Le diapositive aggiungono il colore come informazione generale di documentazione. Ma attenzione! I colori della diapositiva non sono stabili nel tempo, e la loro formazione nasce da tanti fattori legati ai pigmenti sensibili della pellicola, agli sviluppi, alla temperatura degli stessi, alla fonte di luce,alla marca della pellicola. Pertanto, non esisteranno mai due immagini DIA con i medesimi colori dello stesso soggetto riprese alle medesime condizioni ma in tempi diversi. I colori che vediamo sono " convenzionali",mai "reali". Inoltre, con il tempo (bastano dieci anni), quelli si deteriorano e il vantaggio che la diapositiva ha sul BN svanisce. Unico punto a favore è la "bella resa cromatica" per le pubblicazioni editoriali.
Non prendo in considerazione le riprese in Negativo a colori perchè assomma gli svantaggi del degrado cromatico delle diapositive all' ingombro del BN.
Le riprese digitali hanno il vantaggio della versatilità, della facilità di ripresa in ogni condizione di luce,di trasmissione delle immagini via e-mail, dell'archiviazione di grandi quantità in minimo spazio,della sempre migliore qualità (ormai pari alla ripresa tradizionale) e del basso costo.
Hanno lo svantaggio di poter essere fatte da tutti, premiando più la quantità della qualità delle riprese, la scarsa "plasticità" dell' immagine (nelle foto tradizionali il soggetto, se ben illuminato, rimanda una certa "tridimensionalità",assente nella restituzione digitale),occorre guardarle tramite un computer se non è prevista in perizia una stampa.
I dischi DC e DVD su cui vengono riversate le foto hanno una durata garantita di pochi anni e poi si deteriorano. E infine il sistema digitale attuale ha un' incerto futuro. L' esperienza ci insegna che i sistemi operativi dopo un certo numero di anni cambiano, rendendo obsoleti e inutilizzabili i vecchi strumenti di salvaguardia dei dati. Non sappiamo quando, ma i metodi di archiviazione attuali saranno prima o poi superati e allora o tutte le immagini salvate con questo sistema andranno perse, o dovranno essere trasferite sui nuovi supporti di memoria. Quello che si risparmia ora verrà speso domani.

Il problema delle perizie nasce soprattutto nel campo dei termini tecnici.
Occorre aver ben presente che le voci importanti nello scrivere una perizia sono poche e fanno riferimento a due rami. Il primo riguarda il formato delle pellicole e il secondo la struttura pigmentosa delle stesse.
Nel primo caso, i formati delle pellicole non danno quasi mai adito a equivoci: 24x36mm., 6x6cm., 10x12cm. e, in rari casi,13x18cm.
Nel secondo caso, se non abbiamo problemi con i termini BN, Diapositive, Negativi a colori e digitali, riferiti al piccolo e medio formato, confusione provoca il termine "**FOTOCOLOR**", inteso come Diapositiva 10x12cm. o 13x18cm., ossia **diapositivadi grande formato**. **FOTOCOLOR** è impreciso, perchè individua sia il negativo che la diapositiva a colori, al di là del formato.(Dizionario Zingarelli ediz. 2003 pag. 732).
Questa imprecisione fa sì che spesso si abbiano interpretazioni ambigue sul tipo di ripresa da effettuare.

B – Importante per un fotografo avvicinarsi nel giusto modo all' oggetto da fotografare.Questi, anche se opera d'arte, non va ripreso in modo "artistico". É facile rimanere avvolti dal fascino del soggetto da fotografare e si tende ad abbellire la ripresa, specialmente prima del restauro. D' altro canto condiderare un quadro o una scultura alla stregua di una figura umana o di una caffettiera da pubblicizzare non ha senso.
Fondamentale è chiedere al restauratore o allo studioso, prima di intervenire, la storia dell' oggetto in questione, la tecnica usata per realizzarlo, pregi e difetti della materia, i danni subiti, gli elementi da esaltare e le parti da trascurare (il dipinto porta i segni del tempo nelle cadute di colore, nell' alterazione delle vernici, negli strappi della tela o nelle crepe delle tavole, nelle aggiunte e nei danni provocati dagli interventi pregressi .Per l' affresco è importante far vedere i sali, i sollevamenti di colore, le muffe e le giornate. Le sculture accumulano polvere, cere, graffi e mutilazioni più o meno ampie). Occorre concentrare il lavoro su alcuni punti dell' opera, i più significativi e su quelli tornare in tutte le fasi di restauro. Occorre, infine, dare il massimo di informazioni con il minimo di foto.
Sembra banale, ma non lo è: fotografare un tassello di pulitura con poco spazio attorno, in quel momento può essere inressante, ma bisogna porsi sempre questa domanda: tra un anno sarà ancora individuabile il punto fotografato? 90% delle volte no! Occorre allora sempre tenere nell' immagine dei punti di riferimento (particolari di volti, putti, oggetti ben definiti) tali che rimandino immediatamente la memoria all' opera generale.

C – Negli ultimi anni ha preso sempre più piede il mezzo digitale. I motivi sono già stati descritti sopra e non c'è altro da aggiungere se non che la facilità di utilizzo della fotocamera e la possibilità di cancellare immediatamente le immgini non buone o inutili, porta ad una perdita della "memoria storica" degli errori e dei difetti di ripresa. Non potendo più tornare ad analizzarli si migliora meno velocemente.

Le riprese fotografiche andrebbero fatte con fotocamere di medio formato (6x6cm.), perchè associano la qualità alta dell’ immagine al contenimento dei costi, alla maneggevolezza, dovendo spesso lavorare su ponteggi e spazi angusti. Il grande formato funziona egregiamente nei soggetti grandi, tipo quadri o affreschi, e sempre prima e dopo l’ intervento di restauro. Durante non ha senso, perchè i dettagli saranno ravvicinati e in questo caso, se si deve risparmiare sui costi, anche la digitale può assolvere egregiamente il compito.

L’ illuminazione ottimale è quella artificiale. Non amo i lampi elettronici e preferisco la luce al quarzo per la loro bassa emissione di raggi uv e per una questione di gusti per il resto dei casi, ma per le riprese di materiale cartaceo o ceroso (sigilli, sculture e vetrate con guarnizioni di piombo), la fonte di luce calda dei quarzi può deformare e rovinare l’ oggetto. Meglio illuminatori fluorescenti a luce corretta diurna.

I fondali sono importanti perchè isolano il soggetto e favoriscono la stampa dei BN e lo scontorno tipografico. Di regola devono contrastare il colore dell’ oggetto usando bianchi per corpi scuri e viceversa.

Il fondale va usato in modo attento e preciso. Inserire, ad esempio un mobile davanti ad un fondale, lasciando per incuria o distrazione che una parte di esso esca dalla sagoma dello stesso, o sporcandolo in modo esagerato, rovina l’ immagine e dà un senso di trascuratezza poco professionale.

In caso di manufatti d’ argento o di metallo in generale o di sculture, penso sia importante usare fondali di diverso colore prima e dopo il restauro per due motivi: primo perchè, nel caso in cui il restauro non abbia modificato in modo significativo l’ aspetto generale dell’ oggetto, si possa stabilire senza ombra di dubbio il prima e il dopo. Secondo, perchè se il manufatto è cambiato radicalmente (pensiamo all’ argento che da grigio scuro può diventare grigio chiaro), si possa meglio giocare con i contrasti.

La stampa in BN è un passaggio obbligato per la foto di restauro, non è facile e richiede anni di addestramento. Stampare bene è più difficile che fotografare bene. L’ immagine va interpretata e non semplicemente riportata sulla carta. Nei quadri la gamma dei grigi deve essere la più estesa possibile. I neri non devono mai essere assoluti perchè tolgono informazioni preziose, così pure i bianchi. Nelle riprese del prima restauro si tende ad illuminare i soggetti al meglio, dimenticando spesso che occorre esaltare i difetti dell’ opera non mascherarli. Se la polvere crea ombre o la tela è ondulata e manda fastidiosi riflessi di luce, sarà nostra cura renderli ben visibili, senza esagerare. In questo caso una sapiente stampa assolve al compito.

Nella stampa del dopo restauro i grigi saranno più brillanti, ma i neri e i bianchi assoluti non dovranno esistere.

Il materiale cartaceo per la stampa dovrà essere lucido per dare brillantezza all’ immagine e non vanno usate le carte politenate, ma quelle baritate. Nel primo caso lo strato di plastica sul supporto tende a “slavare” l’ immagine, nel secondo la stessa appare più incisa e profonda. Purtroppo la velocità maggiore che si ha nel processo di stampa e asciugatura delle foto favorisce il materiale politenato. Nelle specifiche delle perizie, ad onor del vero, viene fatto obbligo di usare materiale baritato, ma quasi sempre il controllo è carente e alla fine la qualità ne risente.

D - Una considerazione finale sulle riprese fotografiche di dopo restauro. Il dialogo e la buona collaborazione tra restauratore e fotografo è importante anche per evitare spiacevoli risultati. Un quadro va verniciato e l’ ideale sarebbe usare vernici non riflettenti. Pochi sono i professionisti che portano risultati superbi.. Molto spesso i quadri sono talmente caramellosi che sono impossibili da fotografare decentemente, anche usando la doppia fitratura polarizzante (sulle lampade e sull’ obiettivo). Se non è possibile evitare il lucido, si può sempre agire prima della verniciatura finale, ma occorre altresì considerare che una volta posizionata, l’ opera avrà gli stessi difetti di riflessi che avrebbe avuto davanti alla fotocamera, cioè sarà inguardabile.

ASSISI: FRAMMENTI DI CANTIERE. UN METODO DI RICERCA ED I SUOI ESITI

Silvia Borghini[*], Alessandro Danesi[**], Silvia Gambardella[**]

[*] Restauratrice della Soprintendenza per i Beni Archeologici di Roma, via Luigi Pianciani n.33, 00185 Roma, e-mail: silviaborghini@libero.it

[**]Restauratori della Dart s.n.c., via Gesù e Maria n.13, 00187 Roma, tel. 06.6785969, e-mail: danart@libero.it

Premessa

A dieci anni dal terremoto si può dire ormai terminato l'intervento di ricomposizione degli intonaci frammentati della Basilica Superiore del Sacro Convento di Assisi. A completamento delle diverse pubblicazioni che hanno già raccontato lo svolgimento di quello che venne definito il Cantiere dell'Utopia[i], questo contributo si propone di esporre, non avendolo fatto in altro luogo, alcuni aspetti del metodo di ricerca dei frammenti adottato ed i risultati ottenuti, che a dire degli autori costituiscono un utilissimo spunto di riflessione per future applicazioni nonché sottolinea quale ulteriore, fondamentale ausilio, un'impostazione matematico-scientifica, possa apportare a questo genere di lavoro

Quando, dopo due anni di lavoro al recupero dei frammenti[ii], venne deciso di provare a rimontare in situ i riquadri con gli otto Santi pertinenti all'arcone d'ingresso della Basilica l'Istituto Centrale del Restauro allestì una grande macchina di ricerca, inserendo nel gruppo di lavoro già operante un nuovo gruppo di restauratori che si trovò ad intervenire in un momento successivo alla raccolta e suddivisione dei frammenti, portata avanti con grande perseveranza dagli studenti dell'Università degli Studi della Tuscia e Gianna Musatti con criteri di selezione, basati principalmente sul riconoscimento dell'immagine, utilizzando le immagini fotografiche realizzate poco prima del terremoto stampate in formato reale 1:1, sulle quali si riconoscevano e si posizionavano i frammenti per similitudine dell'immagine.

Chi si è trovato ad operare in questa fase prima del rimontaggio dei primi due santi ha dovuto, in primo luogo, elaborare un criterio metodologico per affrontare il complesso lavoro di ricollocamento dei frammenti senza dispersione di energie, con lo scopo di ottenere il massimo risultato possibile in un tempo limitato, partendo dal grande lavoro già svolto ma riorganizzando la grande quantità di materiale non ancora posizionato secondo diverse metodologie di ricerca e ponendosi alcune domande.

E' possibile, in un cantiere così vasto, stabilire di quanta superficie di frammenti si dispone, e controllare così quanti frammenti si sono montati e quanti ancora se ne possono montare? Si può aumentare la produttività degli operatori? Si può stabilire un criterio scientifico per dire che la ricerca è oggettivamente terminata?

Nel settore archeologico il problema è affrontato quotidianamente nella ricerca su materiali assai meno connotati degli intonaci: parliamo di frammenti di terracotta, di vetro, di bronzo, di oggetti anche piccoli e di difficile distinzione, di oggetti privi di immagine. Un restauratore spesso non conosce l'immagine dell'oggetto che ricerca, né la sua forma, a volte neppure il contesto; semplicemente ordina i materiali secondo categorie logiche che distribuisce in uno spazio teorico. Si determinano così gli elementi della ricerca ed il sistema porta i suoi frutti.

La pratica del cantiere

Il cantiere di Assisi, è bene dirlo per evitare equivoci, è stato una grande impresa resa possibile da un enorme e generoso sforzo collettivo. Il periodo analizzato in questo contributo è molto breve, se paragonato a tutta la durata del cantiere, eppure è stato intenso e ricco di indicazioni.

Nella primavera e nell'estate del 1999, con l'obiettivo di proseguire ed eventualmente completare la ricerca dei frammenti ed il loro posizionamento per tutti ed otto i Santi dell'arcone, vennero formati dei gruppi di restauratori che provenivano da esperienze similari nel lavoro di ricerca e ricomposizione di frammenti (sia ceramici che di intonaci).[iii]

Dopo un primo momento iniziale di ordine e di riorganizzazione del cantiere, che era stato traslocato di recente, si disponeva un sistema di lavoro che, partendo dall'impostazione originaria, doveva affinare gli strumenti della ricerca.

Nel mese di luglio, infatti, volendo definire i modi, ma soprattutto i tempi per la ricollocazione di almeno due riquadri con i frammenti dei Santi, apparve subito chiaro che fino a quel momento il lavoro di ricerca e posizionamento dei frammenti procedeva in maniera casuale, per tentativi, con grande dispendio di energie senza un rapporto diretto con i pur notevoli risultati raggiunti; inoltre, gli operatori procedevano con poca sistematicità, cercando frammenti ora su un santo ora sull'altro, ora su un panneggio, ora su una partitura architettonica o su un incarnato.

Attraverso l'occhio la mente dell'operatore elabora una serie di dati che considerano dimensioni, forma e perimetro del frammento, disegno (presenza di una, due o più linee), colori e andamento delle pennellate, eventuali particolarità (presenza di incisioni, deformazioni, lacune, fori, inclusi, ecc.) e lo mette in relazione con altri frammenti similari e con la riproduzione dell'intero. La sintesi elaborata dalla mente porta spesso all'esatta

ricollocazione del frammento nei primi tentativi, talvolta nell'inconsapevolezza. Per arrivare a questa capacità di elaborazione in tempi così rapidi è però necessario che chi opera conosca molto bene l'immagine intera, la tecnica esecutiva del dipinto e la morfologia di buona parte dei frammenti e quindi, soprattutto se non ha a disposizione molto tempo, si dedichi con continuità e persistenza ad un singolo soggetto o ad una parte di esso.
Rispetto ai diversi casi di ricomposizione di frammenti conosciuti, nel cantiere di Assisi, malgrado l'enorme numero di frammenti raccolti (migliaia di contenitori 60x40 cm), nel caso dei Santi dell'arcone d'ingresso vi fu il grande vantaggio di avere a disposizione delle immagini fotografiche a colori ad alta definizione: era così possibile conoscere l'immagine intera, (senza doverla ricostruire dai frammenti) anzi si aveva a disposizione un ingrandimento in scala reale di ogni riquadro cosa che aumentò notevolmente le possibilità di identificazione e quindi di ricollocamento dei frammenti.
Pertanto in quei pochi giorni, per la prima volta, il lavoro di ricerca fu sistematizzato su base statistica e si cercarono criteri oggettivi per verificare e migliorare la produttività del lavoro degli operatori, nonché il limite teorico e pratico della ricerca, ma anche per tentare di fornire dati di utilità assoluta come la percentuale di materiale recuperato rispetto alla superficie originale, indagine quasi mai effettuata, oppure l'analisi numerica delle differenti tipologie iconografiche, informazione fondamentale per analizzare il dato statistico e necessaria per comprendere il livello di equilibrio della ricerca.
La produttività fu indicata fin dall'inizio come obbiettivo primario per capire l'andamento della ricerca. Fino al 19 luglio 1999 nessuno sapeva quanti frammenti venivano posizionati in un giorno ma neanche quanti ancora se ne sarebbero potuti posizionare. Fin dalla prima riunione di lavoro emerse la necessità di verificare tale andamento partendo dal presupposto che le probabilità di posizionamento dei frammenti sarebbero drasticamente diminuite verso la fine del lavoro di ricerca e questo avrebbe fornito un primo dato fondamentale; l'aumento della produttività, infatti, sarebbe stata possibile solo organizzando il lavoro di ricerca diversamente e cioè dedicandosi, ogni operatore, con maggior costanza ad un solo ambito di ricerca, concentrandosi ad esempio solo sul panneggio di uno specifico Santo o solo sul fondo di un riquadro, ecc.
Si realizzò così un semplice tabellone sul quale riportare quotidianamente i dati (nonostante le rimostranze di qualche operatore che si sentì sotto esame) suddiviso per Santi e per numero di operatori. Questo sistema si rivelò molto utile, anzi servì a dimostrare in pochissimo tempo che la ricerca "dedicata" ad ambiti più ristretti era particolarmente produttiva. Si passò infatti da una decina scarsa ad un centinaio e più di frammenti collocati a settimana per singolo riquadro.
E' doveroso aggiungere che tale risultato (assai significativo per chi scrive) è stato possibile poiché era già stata operata a monte una selezione dei frammenti suddivisi per categorie tipologiche (panneggio, incarnato, colonnine, fondo, ecc.) e per i singoli Santi (S. Francesco, S. Chiara, S. Rufino, S. Vittorino, S. Benedetto, S. Antonio S. Domenico, S. Pietro).
Trovato il sistema per proseguire con sistematicità nella ricerca, per completare l'impostazione matematico-scientifica di quel lavoro occorreva ancora definire numericamente quanti frammenti pertinenti alle raffigurazioni dei Santi c'erano in magazzino, quanti ne erano stati ricollocati (in termine percentuale), quanti e che in che tempi potevano essere ricollocati.
Si decise, quindi, contemporaneamente alla ricerca, di verificare tutta la giacenza di magazzino, consistente in un numero considerevole di vassoi contenenti frammenti, che offrivano poche indicazioni iconografiche per la ricerca (vedi elenco dei vassoi selezionati complessivamente e suddivisi per categorie) e che pertanto erano stati tralasciati privilegiando materiale apparentemente di più facile comprensione.
Le indicazioni offerte erano poche solo apparentemente perché, in realtà, durante la prima settimana proprio da quei vassoi uscirono alcune centinaia di frammenti che furono posizionati colmando parti essenziali della superficie ed aiutando a capire la "densità media" della superficie ricomposta. E' questo della densità un elemento molto importante per capire l'andamento della ricerca ma anche per analizzarne la qualità. Infatti, a parte sporadici e limitati casi di perdita totale del materiale, come nel caso del "bianco" e delle parti abrase, il dato emerso è che la densità dei frammenti oscilla entro valori medi che devono essere evidenziati per poter stabilire se la ricerca sia corretta o se invece vi siano ancora frammenti da ricercare.
Per ottenere questo dato si è rivelato utile contare materialmente i frammenti posizionati, dividendoli per tipologie (vedi grafici di confronto dei diversi Santi) e confrontandoli tra loro[iv]. Un ultimo elemento di verifica fu l'analisi comparata del dato produttivo, ovvero quanti frammenti si erano posizionati al giorno per ogni operatore. Dall'analisi di questo dato (vedi grafici relativi alla produttività) si evince che la produttività media aumenta in ragione della crescita della selezione. Altro strumento utile fu il calcolo della superficie dei frammenti giacenti in magazzino, calcolata semplicemente moltiplicando la superficie di frammenti presente su alcuni vassoi per la totalità del materiale, confidando nella media statistica generata dal gran numero di vassoi e ripetendo tre volte il calcolo, ottenendo valori medi abbastanza vicini tra loro[v].
La costituzione di una squadra di operatori[vi] che si occupasse con costanza ed a tempo pieno esclusivamente della selezione del materiale era determinata dalla necessità di individuare con certezza assoluta tutto il materiale disponibile, ovvero di escludere il rischio che vi fosse materiale pertinente agli otto Santi che, per la enorme quantità dei frammenti e per i criteri di identificazione operati, fosse sfuggito al vaglio sistematico.

Questo rischio si presentava soprattutto per le tipologie di frammento meno facilmente identificabili, come i frammenti di piccole dimensioni e soprattutto quelli privi di elementi figurativi[vii].
Il gruppo di ricerca operava con i sistemi di posizionamento dei frammenti, attraverso l'identificazione dell'immagine sulla fotografia e l'identificazione del bordo di frattura. Il gruppo di selezionamento operava con sistemi di raggruppamento determinati in primo luogo dal criterio della soluzione di continuità, ovvero la presenza di due o più colori oppure l'attacco di giornata, e secondariamente creando una gerarchia cromatica inversamente determinata dalla superficie dell'area del colore e dalla sua diffusione all'interno dell'immagine degli otto Santi, della vela adiacente e del costolone.
A scopo indicativo, essendo chiaro che tale gerarchia era valida solo per gli otto Santi e non in assoluto, si espone l'ordine progressivo utilizzato: incarnato, aureola, veste, azzurro, verde, rosso, nero, ocra e bianco.
Il lavoro di selezionamento era quindi mirato alla ricerca di tutti i frammenti spingendosi, nei casi di possibile confusione, anche allo sceveramento dei frammenti di piccolissime dimensioni (1/2 cmq.), trovando così molti frammenti delle categorie "incarnato" e "saio", all'interno della categoria "rossi", che erano sfuggiti alle ricerche precedenti. questa operazione consentiva, tra l'altro, di dimostrare un dato già evidente sui tavoli di ricerca: l'esiguità del materiale pertinente alla categoria "bianco", dovuto esclusivamente ad un difetto di identificazione nelle fasi di recupero del materiale.
Altra indicazione fornita dal lavoro di selezionamento è la perdita quasi totale di alcune porzioni del dipinto, facilmente identificabili, dovuta probabilmente a fenomeni distruttivi legati alla dinamica del crollo. Non sarebbe altrimenti spiegabile la perdita di limitate porzioni del dipinto pertinenti a categorie inconfondibili come "incarnato" (volto di S. Antonio) e "veste" (veste di S. Rufino).
L'enorme quantità di frammenti monocromi determinava anche la ricerca di criteri di selezione particolari. Dopo un primo tentativo di identificazione cromatica, che ha fornito come dato di fatto l'impossibilità di pervenire ad una cernita priva di errori - essendo molto determinante il tipo di illuminazione utilizzato e la sensibilità ottica dell'operatore, tutti fattori molto variabili - si è preferito considerare come elemento identificativo la soluzione di continuità, sia come attacco di giornata sia come bordo di frattura nel quale fosse colato del colore, prova di frattura precedente al crollo e perciò identificabile nell'immagine fotografica, nonché confrontabile come forma negativa e positiva di un unico profilo. Questo sistema ha consentito di incrementare il numero di frammenti posizionati su una tipologia, come il fondo azzurro, che era stata scarsamente incrementata in passato. Inoltre era possibile identificare un discreto numero di frammenti pertinenti alla fascia laterale rossa, proveniente dalla categoria più numerosa in assoluto ("rosso") nella quale era necessario procedere evidenziando le possibili analogie tipologiche, sicuramente presenti tra la fascia decorativa della vela, la fascia laterale degli otto santi e, purtroppo, i mantelli dei due santi domenicani. E' da segnalare infatti che proprio per la ricerca dei manti dei domenicani ha dato maggior successo la ricerca dei frammenti contigui piuttosto che l'identificazione del singolo frammento attraverso il confronto con l'immagine fotografica.
Nelle operazioni di selezione è stato anche analizzato, con un semplice sistema ad esclusione, anche tutto il materiale pertinente alla vela ed al costolone adiacenti. Inoltre sono stati visionati anche tutti i frammenti ancora adesi ai mattoni (252 casse), compresi quelli pertinenti alla volta stellata recuperati insieme agli otto santi. Questo ultimo lavoro è stato svolto considerando la posizione in volta del mattone, l'orientamento delle pennellate e la curvatura dell'intonaco, in ragione del fatto che l'intonaco relativo agli otto santi si trova esclusivamente sulla testa del mattone, che la pennellata è quasi sempre ortogonale al piatto del mattone e che la curvatura è quasi sempre concava e che comunque l'unione di queste tre caratteristiche è piuttosto rara nei frammenti pertinenti alla volta stellata.
Le operazioni di selezione sistematica del materiale frammentato, di calcolo della densità della superficie ricomposta, di ricerca e collocazione dei frammenti, consentivano anche di poter determinare, con un discreto margine di sicurezza, la percentuale media di materiale recuperato (70%) di cui posizionabile (60%) e non posizionabile (10%), e considerando che nell'arco di due mesi in dieci persone circa era stato possibile completare la selezione ed incrementare notevolmente la ricerca, si potevano programmare i tempi di completamento di ricerca e di posizionamento dei frammenti rimasti per ogni singolo riquadro. Risultò così chiaro che, con un numero di operatori inferiore alle dieci unità e con poche settimane di lavoro sistematicamente condotto come descritto finora, il lavoro di ricollocazione dei frammenti su tutti i riquadri dei Santi e per tutte le tipologie di frammenti identificate con la selezione, poteva ritenersi concluso[viii].

Dalla prassi alla teoria … con l'ausilio dell'informatica

Nell'affrontare un cantiere di ricomposizione di dipinti frammentati, come quello appena descritto, ma anche meno complesso, si parte di solito da una situazione di relativo "caos" nella quale, apparentemente, sembrerebbe difficile riuscire a districarsi e soprattutto poter definire i tempi dello svolgimento del lavoro
Tutto il materiale frammentato si trova inizialmente in un ordine non facilmente comprensibile, si potrebbe parlare di disordine ma solo come contrapposizione all'ordine iniziale della disposizione prima della frammentazione poiché si tratta in realtà di un nuovo ordine, determinato dalla dinamica del crollo o della deposizione e dal sistema di recupero adottato, tutti elementi che rispondono pur sempre ad una sequenza logica

e possono fornire preziosi elementi d'indagine. Si tratta quindi di disporre la maggiore quantità possibile di materiale entro uno spazio teorico, con criteri predefiniti, per poi successivamente comporre in uno spazio reale, e all'incirca corrispondente a quello originario, con criteri effettivi, la maggiore quantità possibile di materiale, che quasi mai equivale alla stessa quantità di materiale disposto nello spazio teorico.
Il limite teorico della ricerca corrisponde al posizionamento di tutto il materiale disponibile, mentre il limite pratico è di difficile identificazione essendo suscettibile di variazioni indipendenti dalla disponibilità del materiale, ovvero dipendenti dalle condizioni conservative del materiale, dalla sua fragilità e dalla difficoltà di identificazione e selezione, nonché dalle capacità dell'operatore e soprattutto dai criteri adottati nell'affrontare il lavoro.
Malgrado tutte queste variabili, se il momento della realizzazione dello spazio teorico in cui disporre tutti i frammenti da ricomporre e quindi la loro selezione (o una parte di essa scelta a campione) viene affrontato con sistematicità e applicando dei criteri matematico-scientifici, sarà possibile calcolare, con poco margine di approssimazione, in che quantità e con che tempi di lavorazione, potranno essere ricollocati i frammenti nel loro spazio reale.
Anche quando non è possibile conoscere anticipatamente l'esatta conformazione e le dimensioni dell'ambiente originario, la sua destinazione d'uso e l'impianto decorativo raffigurato negli intonaci dipinti, il lavoro di ricerca operato sui frammenti porterà ad un'acquisizione d'informazioni progressivamente sempre maggiore, sia per numero sia per complessità, con la creazione di elementi significativi di dimensioni sempre maggiori, fino a ricomporre, teoricamente, l'unità dell'elemento originario.
Le operazioni di selezione e di collocamento comportano però manipolazioni continue e sempre più frequenti, dei frammenti fino alla fase conclusiva del lavoro, quando, nonostante ripetute prove, non si riesce più a collocare frammenti in quantità significativa. Inoltre, con il procedere delle operazioni, i frammenti ancora da posizionare sono quelli con il minor numero di informazioni - colore uniforme, pochi o nessun segno superficiale, difficoltà di orientamento - e vengono collocati quasi esclusivamente per identità del bordo di frattura, ovvero per prove a contatto. Si determinano così impercettibili e continue variazioni della forma e dell'immagine del frammento dovute a semplice attrito delle superficii di contatto e ad interventi di pulitura superficiale. Queste variazioni aumentano proporzionalmente con il numero delle prove a cui è sottoposto il frammento, sia per i pezzi già posizionati sia per quelli ancora da posizionare, e mentre inizialmente le manipolazioni sono suddivise per un grande numero di frammenti, nella fase finale si può arrivare per più giorni consecutivi ad un grande numero di manipolazioni suddiviso per un piccolo numero di frammenti. A questo punto la perdita di materiale è ben evidente sui piani di lavoro sotto forma di uno strato di polvere e particelle d'intonaco. Un'altra possibilità testata in diversi casi, compreso il cantiere di Assisi, potrebbe essere quella di affidare le operazioni di ricerca ad un sistema di elaborazione dei dati computerizzato. I sistemi finora elaborati si basano sostanzialmente su criteri di selezione dell'immagine - potendo contare su un livello di definizione dell'immagine certamente paragonabile a quello di un occhio umano - e sembrano perciò, almeno in via teorica, più efficaci nelle operazioni di selezione piuttosto che nelle operazioni di collocamento, per le quali è comunque valida la proporzione inizialmente enunciata del rapporto tra probabilità di successo del posizionamento e superficie dell'area di ricerca, senza dimenticare che molto spesso il contatto tra due frammenti adiacenti è determinato dalla contiguità dell'intonaco piuttosto che dalla contiguità delle superficii dipinte. Questo problema potrebbe essere risolto con l'acquisizione tridimensionale dei frammenti, attraverso tecniche di rilievo non a contatto, ma anche in questo caso i costi sarebbero molto elevati già in fase di acquisizione ed il grande numero di frammenti darebbe risultati troppo aleatori. Ad oggi, però, la capacità di elaborazione di un tecnico specializzato pare comunque molto superiore alla capacità di elaborazione di un computer, sia per la capacità di tener conto contemporaneamente di differenti e molteplici criteri di analisi - spessore, colore, tessitura superficiale, analogie morfologiche, orientamento - sia per la capacità di apprendimento dei dati specifici con la creazione di nuove categorie comparabili - analogie sintattiche, particolarità tipologiche. Possiamo quindi concludere che, fermo restando l'attuale indiscutibile efficacia del tradizionale sistema di ricerca attraverso tecnici specializzati, la creazione di un modello virtuale, matematicamente corretto, sarebbe la soluzione ideale del problema della ricomposizione di intonaci frammentati, ma per il momento si tratta di propositi non realizzabili su larga scala. Entrambi i sistemi possono però offrire un grande contributo nel diminuire complessivamente il numero di manipolazioni a cui è sottoposto un frammento durante le operazioni di ricerca, specialmente durante la fase conclusiva di assemblaggio, ed aumentare complessivamente le probabilità di posizionamento dei frammenti[ix].
Ad Assisi, in poco tempo e grazie ad uno sforzo enorme e generoso, è stata realizzata un'impresa, la cui rilevanza ha lasciato in secondo piano, o reso invisibili, i tanti contributi pratici di quella esperienza: frammenti di cantiere rimasti nell'ombra del laboratorio. Tutti i giorni, in tanti laboratori o negli scavi archeologici, si realizzano piccole imprese di cui nessuno parla utilizzando mezzi scarsissimi e logica intuitiva, sistemi semplici ed efficaci.
Da parte di chi scrive c'è la soddisfazione di aver elaborato ed applicato un criterio metodologico che non era mai stato sperimentato prima su larga scala, e che ha prodotto degli ottimi e sorprendenti risultati, e forse anche

grazie a questo, aver dimostrato che cantieri come quello di Assisi possono avvalersi di metodi razionali per affrontare "l'Utopia".

BIBLIOGRAFIA

- *Guida al recupero ricomposizione e restauro di dipinti murali in frammenti. L'esperienza della Basilica di S. Francesco in Assisi*, Icr, Roma, 2001

- Quaderni della ricerca scientifica. Serie beni culturali 1 diretta da G. Carillo, P. Craveri, M. Marazzi, *"Il laboratorio per lo studio e la ricomposizione degli affreschi di S. Vincenzo al Volturno"* a cura di Carlo Sassetti, Napoli 2004

NOTE

[i] L'Istituto Centrale del Restauro, che ha coordinato e diretto i cantieri di restauro dopo l'evento catastrofico del terremoto del 1997, ha pubblicato una serie di "Quaderni", consultabili sul sito dell'Icr, ed un volume: *Guida al recupero ricomposizione e restauro di dipinti murali in frammenti. L'esperienza della Basilica di S. Francesco in Assisi*, Icr, Roma, 2001.

[ii] All'indomani del terremoto intervennero sul campo in primis la Soprintendenza ai Beni Storici e Artistici dell'Umbria nella persona della restauratrice Paola Passalacqua (grazie alla quale i frammenti rimossi dall'interno della Basilica non furoro buttati) e subito dopo altri restauratori provenienti da Icr, Sopr. BBAA di Roma, Sopr. BBAASS di Roma, ecc. imprese private, e gli studenti della Facoltà di Conservazione dell'Università della Tuscia, sotto la guida della prof.ssa Maria Andaloro. Questo gruppo di lavoro avvalendosi, principalmente, della grande esperienza maturata nel settore della ricerca su frammenti di dipinti archeologici dalla restauratrice Gianna Musatti, ha organizzato e coordinato inizialmente il lavoro di recupero dei frammenti, operato essenzialmente da volontari, quindi la loro raccolta, suddivisione, selezione e immagazzinamento.

[iii] Il gruppo di lavoro che partecipò alla ricerca prima del rimontaggio dei primi due Santi nel periodo luglio-settembre 1999 era composto dagli studenti dell'Università della Tuscia e da un gruppo di restauratori privati (di cui facevano parte gli scriventi) riuniti in A.T. I. 2.

[iv] Dal dato della densità media, ad esempio, è evidente la differenza tra la coppia S. Benedetto e S. Antonio, con più frammenti, rispetto alla coppia S. Rufino e S. Vittorino ancora scarsi al momento del montaggio provvisorio. Il dato fu confermato successivamente dal posizionamento di altri piccoli frammenti che, pur non incrementando in modo significativo la superficie del dipinto (meno del 2% della superficie ricomposta), confermarono però la bontà del metodo di verifica.

[v] Tutti i risultati delle verifiche vennero comunicati con rapporti settimanali ai partecipanti al lavoro ed alla Direzione Lavori.

[vi] Il gruppo di lavoro operativo era variamente composto, sia per esperienze di lavoro precedenti sia per competenze specifiche all'interno del cantiere, consentendo comunque di fornire una forza lavoro non inferiore ai cinque operatori al giorno, due dei quali disposti alla selezione del materiale in magazzino e tre disposti alla ricerca ai tavoli.

[vii] Uno dei limiti del sistema di riconoscimento adottato nella fase di organizzazione del laboratorio fu determinato dal basarsi quasi esclusivamente sugli elementi figurativi per la suddivisione del materiale. Ovviamente questo criterio tralasciò l'analisi sistematica dei frammenti meno facilmente riconoscibili ed "interessanti", che però erano anche assai abbondanti, e non favorì un'analisi statistica del lavoro.

[viii] Purtroppo la ricerca, inizialmente mirata per rimontare su supporto la coppia S. Benedetto e S. Antonio con esiti notevoli, fu bruscamente e tardivamente concentrata sulla coppia S. Rufino e S. Vittorino, comportando un inevitabile differenza di risultati che i numeri non potevano nascondere, rivelando anzi la non completezza della ricerca.

[ix] Nel Museo Nazionale Archeologico della Valle Camonica la società Dart ha applicato un semplice sistema di catalogazione di frammenti di intonaci dipinti utilizzando un normale scanner digitale. L'immagine ottenuta, già migliorata da un trattamento preventivo che rende maggiormente leggibili le superfici dipinte, viene poi elaborata con il programma Photoshop evidenziando le soluzioni di continuità nel colore e facilitando la comprensione del frammento, con pochissime manipolazioni e consentendone anche lo studio a distanza su cataloghi di immagini dimensionalmente esatte poiché non vi sono le deformazioni dovute agli obiettivi fotografici.

GLI STUCCHI ALTOMEDIEVALI PROVENIENTI DALLA BASILICA DI SANTA MARIA MAGGIORE DI LOMELLO: INDAGINI E RESTAURO

Marina De Marchi[*], Paola Strada[**], Michela Palazzo[***], Antonio Sansonetti [****]

[*] Funzionario Archeologo, Direzione Regionale per i beni Culturali e Paesaggistici della Lombardia, Corso Magenta 24, 20123 Milano, tel 02 80294217, demarchi@lombardia.beniculturali.it
[**] Funzionario Storico dell'Arte, Soprintendenza per i beni storico, artistici ed etnoantropologici di Milano, Via Brera 28, 20123, Milano, pstrada.artimi@arti.beniculturali.it
[***] Funzionario Restauratore Conservatore, Direzione Regionale per i beni Culturali e Paesaggistici della Lombardia, Corso Magenta 24, 20123 Milano, tel 02 80294255, palazzo@lombardia.beniculturali.it
[****] ICVBC- CNR P.zza L. da Vinci 32, 20147, Milano, tel 02. 23993935, a.sansonetti@icvbc.cnr.it

Abstract

I frammenti erratici di stucco appartenenti alla decorazione altomedievale della basilica di Santa Maria Maggiore di Lomello rivestono una notevole importanza nel quadro dello studio degli aspetti tecnico – produttivi e storico – artistici di questo genere di manufatti del Medioevo. Il complesso basilicale di appartenenza, tra i più rilevanti a scala nazionale e internazionale, sorge su un sito pluristratificato che presenta strutture edilizie sviluppatesi in tempi diversi includendo ampliamenti, ricostruzioni ed opere strutturali che si chiudono con i restauri di Gino Chierici svolti negli anni '40 del XX secolo. Fu proprio il Soprintendente Chierici che volle salvare gli stucchi dalla totale perdita e ricoverarli, prima del suo radicale intervento sulla chiesa, in un locale dell'adiacente canonica. Lì i frammenti sono rimasti abbandonati, semidimenticati e in posizione casuale per circa sessanta anni, fino a quando il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha finanziato l'intervento di recupero conservativo. Purtroppo le inadatte condizioni ambientali di conservazione hanno provocato danni, anche di grave entità e irreversibili, su tutti i circa 160 frammenti. Il precario stato di conservazione di questi stucchi, unito alla fragilità intrinseca del materiale costitutivo, ha portato alla necessità di utilizzare, in particolare nella fase di pulitura, metodi di intervento innovativi per questo genere di materiale. Per questo motivo si è scelto di testare l'uso del laser sotto stretto controllo di esperti scientifici che hanno accompagnato tutte le fasi operative svolgendo puntuali riscontri diagnostici.

Aristocrazie e funzionari di palazzo a Lomello (secc. VI/XI)

Lo straordinario ciclo decorativo in stucco con teoria di santi loricati ed altre figure maschili stanti (di cui si conserva piccola parte) della basilica di Santa Maria di Lomello si deve al ruolo che Lomello svolse dall'epoca paleocristiana all'età protoromantica, grazie alla sua posizione di snodo viario tra i territori dell'Italia centrosettentrionale e le Gallie. (**Fig. 1)** La strada lomellina, e la funzione di luogo di sosta lungo il percorso dell'abitato, è ricordata nell'*Itinerarium Antoninii* (III secolo d.C.), *Burdigalense* e *Gaditanus*. Già Ammiano Marcellino riporta che nel IV secolo l'imperatore Giuliano l'Apostata era transitato per Lomello.
Il cristianesimo era già presente a Lomello in età paleocristiana; al 544 risale, infatti, un'epigrafe vista da Ponti, rinvenuta nel 1894, e posta nel "cortile della prepositura di s. Maria Maggiore"**[1]**, in quegli anni dovevano essere già stati costruiti la basilica e il battistero di San Giovanni *ad fontes*.
Paolo Diacono **[2]** cita le fortificazioni di Lomello (*oppidum*) a proposito dell'incontro tra il futuro re Agilulfo e Teodolinda (590); una trentina di anni dopo (620) Fredegario narra del confino a Lomello imposto a Gundeberga, figlia di Teodolinda ed Agilulfo, per trame di palazzo. (**Fig. 2)**



Figura 1. Veduta aerea del complesso basilicale di centro di Santa Maria Maggiore di Pomello



Figura 2. Veduta aerea dell'area del Lomello con evidenziata la basilica e il battistero

Durante la dominazione longobarda la Lomellina dovette essere terra fiscale regia**[3]**, per i suoi caratteri di isola circondata e difesa dai fiumi Sesia, Po e Ticino, un territorio fitto di boschi ed acque **[4]**, come narra Fredegario, dotata quindi di tutti i cespiti produttivi necessari all'economia agrosilvopastorale e di autoconsumo come quella altomedievale. L'insediamento, da quanto si deduce da documenti del XII secolo, era a maglie larghe, con centri radi e popolosi, ben 22 di questi ospitavano due istituzioni ecclesiastiche.
E' quasi certo che Lomello sia stata una corte regia già in età longobarda, una *curtis* è infatti ancora nota nell'XI secolo **[5]**, trovando riscontro in un *palatium*, indipendente dalla residenza dei conti di Lomello, posto all' interno dell' *oppidum* ricordato nelle *Gesta Friderici* **[6]**.
Il silenzio delle fonti copre l'arco di tempo tra l'età longobarda e l'ottoniana, ma nel 906 la Cronaca di Novalesa ricorda che, a seguito del saccheggio dell'abbazia, alcuni monaci fuggiti a Torino ottennero dal marchese di Ivrea beni a Breme e Pollicino in Lomellina; nel 907 un certo Pietro *judex* prende in locazione beni …*in loco et fundo cirniaco iudiciarie Laumellense*… dall'abate del monastero di Nonantola. Nel 913 appare nelle fonti un *comitatus Laumellium* che sembra privo di conti **[7]**.
Le complesse vicende dei conti di Lomello iniziano nel 953 quando un atto di vendita ricorda Mangifredo *comes Loumellenis et filius bone memoriae item Mangifredi de loco Moxicio* **[8]**. Questa famiglia aristocratica di origini franche, aveva grosse proprietà a Mosezzo **[9]**, altri documenti attestano transazioni economiche operate nell'area. L'ascesa di Mangifredo e del suo gruppo parentale è da connettersi al ruolo del fratello Milone, conte di Verona nei decenni attorno alla metà del X secolo. Questi, vassallo regio e poi dell'imperatore Berengario I godette del favore dei regnanti, forse perché riorganizzò per loro conto la marca del Friuli **[10]**.
Da questo momento la famiglia dei conti si impone fino alla fine del X secolo, i figli di Maginfredo ereditarono il titolo comitale ed estesero i loro possedimenti su tutta la Lomellina. La storia di Lomello si intreccia con quella di Verona. Elgerico, figlio di Maginfredo ottiene d'essere conte di Lomello e Verona, ma fu poi deposto da Ottone I **[11]**, nel quadro delle guerre tra fazioni per il governo del paese. Per il periodo successivo la famiglia non si estingue ma perde il titolo comitale.
La storia di Lomello non si chiude qui: il giudice pavese Cuniberto ne diviene conte sotto l'imperatore Ottone III. L'ascesa di questo gruppo famigliare apre nuovi orizzonti geografici, ai già numerosi contatti con regnanti, vescovi e abbazie e aristocrazia che Lomello ebbe tra IX e XI secolo. Un fratello di Cuniperto fu vescovo di Como e arcicancelliere per l'Italia di Ottone III sullo scorcio del X secolo. Tra i figli di Cuniperto, Waldrada divenne badessa del monastero di Santa Maria Teodote in Pavia, il figlio Ottone I nel 1001 e continuò a godere del rango di *protospatarius et comes sacri palacii* **[12]**. Col favore dell'imperatore divenne in seguito conte di Lomello e Pavia e godè del titolo *comes palatii* **[13]**. Interessante, per mettere maggiormente a fuoco la tradizione di centro di potere, dal quale dovette derivare la committenza degli stucchi della basilica di Santa Maria, è una seduta del conte palatino e dei giudici del sacro palazzo tenuta …*infra castro Lomello et caminata maiore sale domni comitis palacii et comitis ipsius comitatus lomellensis*… **[14]**. I successori di Ottone I sono scarsamente noti, segno di una perdita di ruolo politico della famiglia. Uno di questi, conte palatino e conte di Lomello, concedette al conte di Cavaglia, di scambiare beni. Un discendente della famiglia, certo Lantelmo nel 1109 autorizzò donazioni di beni nella regione di Parma al monastero di s. Pietro in Ciel d'Oro a Pavia **[15]**.
Progressivamente l'alta nobiltà lomellina scompare dalle cronache, lasciando tracce solo ipotetiche; cronache e atti ricordano solo la presenza di tali Giggo e Guillielmo de Lomello, privi di titoli, ma da annoverare ancora tra i possidenti.
Lomello ebbe dunque una storia florida e ricca di nobiltà e di rapporti sociali con il potere, re longobardi, re d'Italia, imperatori, e classi dirigenti laiche ed ecclesiastiche (vescovi, abati, giudici, ecc.), queste relazioni coprono, nel corso dell'altomedioevo, un raggio di influenza molto ampio che può sconfinare con tutti i territori regi e imperiali, ma i rapporti – esplicitati nelle fonti scritte - con Como, Verona, Piacenza, Parma, Nonantola, Novalesa, Pavia e Ivrea sono più che sufficienti a pensare che la committenza degli stucchi vada ricercata tra i conti palatini e i conti di Lomello, che con il loro ruolo territoriale erano indubbiamente in grado di calamitare attorno al palazzo e alla pieve artisti di fama provenienti forse anche da lontano.
In questo contesto la basilica di Santa Maria e quella di San Michele Maggiore godeva di privilegi e dei relativi simboli, un privilegio papale del 1107 autorizza infatti il preposto all'uso della mitra e del pastorale **[16]**, nel XII secolo le proprietà terriere della pieve erano molte estese tanto che le *Rationes decimarum* la ricordano tra gli Enti più ricchi dell'intera diocesi pavese. L'istituzione era affiancata dai monasteri di benedettino maschile di San Pietro (1093) e benedettino femminile di Sant'Agata, probabilmente più antico (972) **[17]**.
Il santo loricato, unico conservato, riprende la tradizione iconografica tardoantica che esalta il guerriero eroico martire per la fede, secondo un programma di promozione della fede cristiana ortodossa che ebbe successo, il martire soldato più noto è sicuramente San Maurizio, combattente nella legione tebea, con il quale può forse identificarsi la figura loricata di Santa Maria di Lomello. Il santo guerriero è un simbolo potente che ha ovviamente fortuna in una società fortemente militarizzata, dove il potente laico, ma non solo, si distingue per le armi, come attestano i numerosi confronti. E' un processo, che riprende tradizioni figurative antiche e che vede fede e spada congiungersi tra le classi dominanti altomedievali e medievali dell'occidente cristiano. (**Fig. 3**)



Figura 3. Ipotesi ricostruttiva del santo guerriero con lorica (foto M. Palazzo)

Il ciclo decorativo in stucco

I frammenti di stucco erratici della basilica di Lomello rappresentano ciò che è rimasto di un insieme decorativo posizionato sulla parete alta della navata centrale, nelle zone tra le grandi monofore centinate del claristorio sud, sembra solo nella parte orientale dell'edificio (resti in corrispondenza della prima campata). Della decorazione a stucco è rimasto in situ solo la figura acefala di un personaggio maschile con tunica, cintura e mantello, probabilmente un santo, che era inserito in una teoria di figure stanti dal forte aggetto plastico, comprendenti anche santi guerrieri, cui un discreto numero dei frammenti oggetto dell'intervento conservativo sono riconducibili. (**Figg. 4 e 5**)



Figura 4. La figura in stucco ancora in situ in una immagine del 1943 (foto Archivio Fotografico ISAL Fondo Chierici)



Figura 5. La figura in stucco come si presenta oggi (foto M. Palazzo)

Stucchi ed affreschi costituivano il partito decorativo dell'importante collegiata, esempio di avvio precoce dello stile architettonico romanico in area lombarda. L'edificio attuale è stato impostato infatti nella prima metà dell'XI secolo: l'impianto, realizzato molto probabilmente in differenti fasi costruttive e comunque concluso entro la fine del secolo **[18]**, è a tre navate, completato da un transetto emergente, basso e absidato, e da un coro rettangolare con abside e dalla sottostante cripta un tempo ad oratorio. Si caratterizza per una prima enucleazione del sistema alternato, tramite la suddivisione dello spazio della navata centrale in campate definite dalla relazione tra i pilastri articolati di uguale sezione e gli archi-diaframma trasversali e le lesene della parete, in successione alternata; sulla navata centrale permane ancora la copertura lignea a capriate, mentre le campate delle navate laterali, in numero doppio rispetto a quelle centrali, sono coperte da volte a crociera.
La trasformazione in stile barocco realizzata tra il XVII e il XVIII secolo **[19]** aveva completamente stravolto l'interno; la fascia in stucco venne infatti a trovarsi all'altezza delle nuove strutture voltate entro il corpo centrale e ciò causò la distruzione e la perdita irreparabile di quasi tutto l'insieme. Qualche anno prima di intraprendere il radicale restauro dell'interno, progettato e diretto dall'architetto Gino Chierici tra gli anni Quaranta e Cinquanta del XX secolo, nei sottotetti sull'estradosso delle volte barocche sono stati visti diversi lacerti in stucco, sia su porzioni della parete del claristorio sia su uno degli archi-diaframma; frammenti di stucchi dovevano giacere già staccati sugli estradossi stessi delle volte; il restauro architettonico poi ha fatto il resto.
I resti della decorazione in stucco furono recuperati e ricoverati ad un certo punto nel soppalco di un locale della canonica, dove sono rimasti fino all'avvio dell'attuale intervento conservativo.
Il ciclo costituisce un esempio raro di decorazione in stucco conservata, che bene si inserisce entro le testimonianze di stucchi italiani ed europei di epoca ottoniana e romanica. Insieme ai lacerti di affreschi **[20]** conservati in diverse zone dell'edificio, gli stucchi sono databili entro la prima metà dell'XI secolo.
Alcuni frammenti del corpus furono pubblicati nel 1968 da A.M. Romanini **[21]** con un contributo pionieristico e molto articolato, oltre che per le prime proposte di ricomposizione dei frammenti, soprattutto per l'attenzione prestata ai risultati delle analisi chimiche e per le riflessioni da esse maturate, con confronti di dati di altri stucchi altomedievali, incrociati con considerazioni di natura stilistica. La studiosa individuò almeno 2 gruppi diversi di frammenti, distinguibili per la differente composizione, per lo spessore, per i soggetti e per le misure.
Si deve al professor Saverio Lomartire un recente, importante approfondimento dell'argomento **[22]**; ma importanti risultati, sia dal punto di vista dello studio della tecnica di esecuzione, sia dal punto di vista della parziale ricostruzione di alcune parti dell'insieme, sono stati raggiunti durante il recente restauro dei frammenti.
Il repertorio decorativo attestato negli stucchi, di spessore diversificato, comprende motivi vegetali (fogliame, palmette, un fiore a 4 petali con tracce di policromia), frammenti di colonnine e di capitelli, un muso di cane e una trentina circa di frammenti di figure umane (resti di loriche, di drappeggi, di mani; un busto clipeato ecc.). (**Fig. 6 e 7**)



Figura 6. Il fiore in stucco policromo (foto M. Ranzani)



Figura 7. Il muso di cane in stucco con tracce di policromia (foto M. Ranzani)

Rimane pressoché impossibile cercare di restituire con certezza l'organizzazione figurativa del raffinato apparato decorativo in stucco all'interno della collegiata di Lomello: probabilmente almeno in parte doveva articolarsi in una teoria di santi stanti, forse incorniciati sotto arcate costituite da colonne e archi decorati con motivi vegetofloreali (girali di foglie, volute a nastro). Impossibile è ad oggi stabilire dove fossero posizionate le teste clipeate, colto soggetto di età classica riproposto in una struttura degli albori del Romanico lombardo.

La tecnica di esecuzione e lo stato di conservazione dei frammenti di stucco

La frammentarietà e l'erraticità del corpus degli stucchi di Lomello, si sono rivelati aspetti che se da un lato hanno penalizzato notevolmente lo studio iconografico e storico artistico del ciclo decorativo, dall'altro hanno favorito l'indagine tecnologica permettendo di ricostruire ogni fase della loro produzione1 ed un confronto con quanto già noto per analoghi cicli decorativi. In questo senso il corpus di stucchi lomellini rappresenta una fondamentale occasione per la conoscenza e lo studio degli aspetti tecnico – produttivi di questo ambito artistico nel medioevo.
Dai dati acquisiti attraverso l'osservazione dei frammenti e la realizzazione di indagini diagnostiche svolte in occasione di questo studio, è emerso chiaramente che le scelte tecniche operate dagli artisti erano dettate principalmente dall'esigenza del risultato finale del complesso decorativo; tale aspetto è risultato particolarmente evidente studiando le impronte delle armature di sostegno progettate e realizzate, come da prassi, in funzione delle caratteristiche della composizione decorativa e del livello di aggetto del rilievo **[23]**. Presupposto necessario era quindi una accurata fase di progettazione dell'opera basata su un disegno, anche solo in forma di traccia, dell'insieme della decorazione predisposto in base alla forma e alle dimensioni della superficie e dell'ambiente nel quale doveva essere realizzato, compresa la valutazione della collocazione rispetto al punto di osservazione. E tale fase risultava fondamentale per la programmazione del lavoro, l'approvvigionamento dei materiali e, elemento fondamentale, la valutazione della resa estetica dell'opera da parte della committenza. Forse già nell'altomedioevo le composizioni si ispiravano a modelli iconografici noti attinti anche da tipologie differenti di opere (miniature, avori, dipinti, ecc.) che potevano servire da riferimento estetico **[24]**.
Anche per Lomello gli artisti dovettero svolgere una precisa fase di progettazione e ciò si percepisce dalla perfetta e articolata integrazione tra apparato decorativo e architettura, dai puntuali accorgimenti tecnici utilizzati per la realizzazione dei rilievi, riscontrati con l'osservazione delle impronte e della morfologia dei frammenti.
Il supporto al quale aderivano gli stucchi è costituito da una muratura realizzata in laterizio legato da malta a base di calce e sabbia; su questo era stata fissata, con grappe metalliche, una struttura di sostegno costituita da fasci di cannucce tenute insieme da cordino. Il rilievo in stucco è stato realizzato per strati successivi che divengono più sottili verso la superficie; la superficie di ogni strato veniva resa irregolare e scabra per favorire l'adesione dello strato successivo.(**Figg. 8 e 9**)



Figura 8. La rottura di un frammento ha messo in evidenza la separazione tra gli ultimi due strati di stucco (foto M. Ranzani)



Figura 9. Sul verso di un frammento si individua l'impronta del fascio di cannucce e la separazione tra gli strati di stucco (foto M. Ranzani)

L'impasto è risultato essere costituito da gesso; l'analisi per diffrazione ai raggi X ha messo in luce la presenza ulteriore di calcite e di quarzo che sono ascrivibili alla componente aggregato **[25]**.
Le cariche, costituite da sabbia e polvere di marmo, sono in proporzione molto bassa rispetto al legante e, come in uso nella prassi esecutiva, la percentuale di queste diminuisce gradatamente negli strati più superficiali per arrivare alla totale assenza di sabbia nel sottile strato superficiale modellato. Tale accorgimento garantiva una maggiore consistenza e durezza per gli strati di profondità che non dovevano essere rifiniti, e la massima lavorabilità e sottigliezza materica per lo strato che doveva essere rifinito con il rilievo. Probabilmente anche il gesso ha origine locale; nell'oltrepò pavese sono numerose le cave e con ulteriori indagini potrebbe forse essere individuata la cava di provenienza facendo il campionamento degli attuali gessi **[26]**. Rispetto ai risultati del

campionamento di altri cicli decorativi coevi – Cividale del Friuli, Disentis, Germigny des Pres, Malles, San Salvatore di Brescia - Lomello risulta avere un impasto con la maggiore percentuale di gesso.
Residui di policromia sono presenti sulla maggior parte dei frammenti, ma sono generalmente in tracce o presenti in aree di dimensioni ristrette. Si individuano strati di colore giallo ocra, rosso e blu; per questi le analisi per la caratterizzazione della policromia sono attualmente in corso. La decorazione vegetale doveva spiccare in bianco su un fondo ocra che forse simulava una superficie dorata; tracce di colore rosso, bianco e blu sono invece state rilevate in corrispondenza dei frammenti delle figure. La testa di uno dei personaggi, attualmente mancante del volto, mostra pigmento ocra sui capelli. Ma la superficie doveva essere arricchita anche dalla presenza di elementi metallici inseriti nello stucco ancora fresco a scopo decorativo: ciò si evince dalla presenza di un foro di forma regolare in corrispondenza di un frammento con panneggio vicino al collo di una delle figure (forse vi era alloggiata una fibula).
Come già emerso precedentemente, i frammenti sono stati conservati, staccati dall'originario supporto murario, in stato frammentario e in posizione casuale, presso un locale della canonica adiacente alla chiesa dalla quale erano stati asportati.
L'ambiente, un piccolo soppalco ligneo, è risultato non idoneo alla buona conservazione dei manufatti: pur se arieggiato da una piccola finestra sempre aperta che garantiva la circolazione d'aria evitando che si verificassero condizioni di ristagno di umidità, il clima della lomellina è comunque caratterizzato dal alti tassi di umidità in diversi periodi dell'anno e ciò ha influenzato negativamente le condizioni di conservazione dei frammenti. Al momento del recupero gli oggetti erano poggiati sommariamente sul pavimento di cotto e appoggiati alle pareti senza alcuna protezione sottostante o sovrastante; il pavimento si è presentato in parte ricoperto di detriti di varia origine, oltre a materiale organico in stato di decomposizione. A causa della presenza di animali infestanti i frammenti risultavano ricoperti anche di ragnatele e di deiezioni animali.
La lunga permanenza nella situazione appena descritta, gli sbalzi di umidità (sicuramente molto elevata nei periodi autunno – primavera), la probabile infiltrazione di acqua dalla copertura, hanno creato dei danni irreversibili agli stucchi: macchie, ingrigimento, decoesione del materiale costitutivo, alveolizzazione e abrasione superficiale.
Ancor più grave è risultato il fatto che il degrado risultava molto differenziato tra il lato rimasto in superficie e il lato a contatto con il pavimento: la parte rimasta in superficie è risultata completamente ricoperta di depositi superficiali (coerenti e incoerenti) di ragnatele e deiezioni animali, mentre quella a contatto con il pavimento ha subito gravissimi danni dovuti all'elevata umidità che il pavimento in cotto ha apportato con ciclici fenomeni di condensa. (**Figg. 10 e 11**)

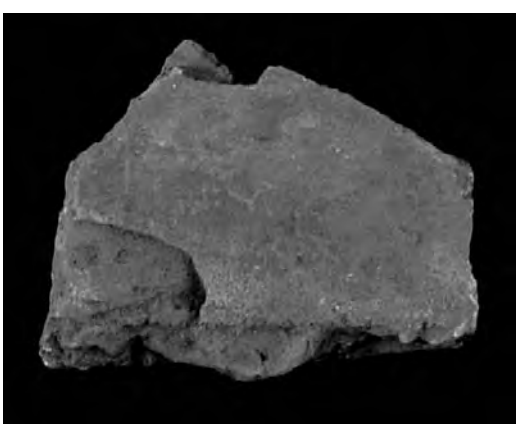
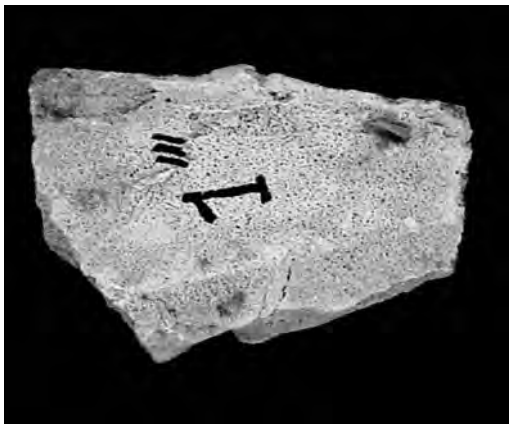



Figure 10 e 11. Il frammento di stucco n. 136 fotografato recto e verso prima dell'intervento di restauro: si nota la diversa natura dei danni (foto M. Ranzani)

Il tutto reso più dannoso dalla composizione dell'impasto a base di solfato di calcio, come noto molto igroscopico e che subisce processi di solubilizzazione in presenza di umidità. Tali effetti si sono manifestati con una evidente e diffusa forma di degrado, quasi una "alveolizzazione" della superficie e con la decoesione del materiale costitutivo.
Proprio per le caratteristiche morfologiche dei pezzi non sono risultati idonei i metodi di pulitura chimica e fisica tradizionali. Il materiale costitutivo risultava troppo decoeso, comunque fragile, molto assorbente e le prove svolte hanno dato risultati non soddisfacenti spingendoci ad intraprendere strade alternative anche se non ancora consolidate nel campo dello stucco. (**Fig. 12**)



Figura 12. Il risultato della pulitura con laser sulla superficie di uno dei frammenti (foto M. Ranzani)

La pulitura laser e la sua valutazione

Visti gli elementi sopra descritti, il gruppo di lavoro ha quindi deciso di testare un metodo di pulitura laser. Il laser già da molto tempo è entrato nella prassi di cantiere nelle operazioni di pulitura dei materiali lapidei; pochi risultano, però, gli studi che hanno visto l'applicazione del laser su stucchi. Si è scelto uno strumento Laser Quanta System Palladio, con emissione a 1064 nm, che opera in regime impulsato e con durata di impulso di circa 8 ns; la frequenza di ripetizione massima é di 20 Hz e lo spot prodotto possiede forma circolare, con un diametro di circa 7 mm; la trasmissione della radiazione avviene attraverso braccio articolato. L'intervallo delle fluenze testate è variato tra 375, 425, 450, 475, 500 mJ/cm^2. Una prima osservazione visiva ha consentito di stabilire che le fluenze operative più opportune risultavano essere a 450 e 475 mJ/cm^2. Infatti sia a 375 che a 425 mJ/cm^2 rimangono dei micro-residui di sporco, soprattutto all'interno di interstizi superficiali; questa osservazione unita ad una valutazione di tipo cromatico, suggerisce che il livello di pulitura raggiunto non sia soddisfacente; al contrario a 500 mJ/cm^2 sono evidenti segni di abrasione superficiale e sbiancamenti; nella parte alta dell'immagine si osserva lo stato della superficie prima della pulitura, è pur vero che segni di abrasione sono diffusamente presenti sulla superficie ancor prima della pulitura, e sono probabilmente dovuti alla particolare storia conservativa dei frammenti; sembra comunque che l'uso di una fluenza a 500 mJ/cm^2 abbia indotto un leggero aumento di tali abrasioni. (**Fig. 13**)

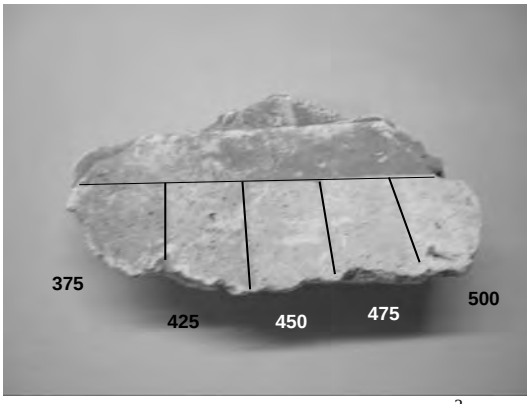


Figura 13. Le diverse aree pulite a fluenze crescenti espresse in mJ/cm^2 (foto Laboratorio ICVBC – CNR)

A causa della scarsità della bibliografia di riferimento specifica su stucchi, si è deciso di affrontare una valutazione strumentale riguardo all'efficacia e alla nocività del metodo. I tasselli di pulitura aperti con i parametri operativi scelti -450 e 475 mJ/cm^2 - sono stati indagati strumentalmente mediante osservazioni ad uno Stereomicroscopio Leitz Wild M420. la natura frammentaria degli stucchi di Lomello ha consentito una osservazione diretta delle superfici esterne con ingrandimenti fino a 32X. Le superfici sono state indagate, sia prima che dopo pulitura anche mediante analisi colorimetrica con Colorimetro a Riflettanza Minolta CR200, utilizzando il sistema CIE L*a*b*. In questo modo si sono effettuate considerazioni sia riguardo all'efficacia di pulitura che riguardo ad eventuali danni superficiali operati. Lo studio è stato quindi finalizzato all'individuazione di una soglia operativa di pulitura che fornisse una sicurezza per la conservazione delle superfici e nel contempo un corretto grado di pulitura. Sono state riprese le aree di confine tra sporco e pulito. (**Fig 14**)

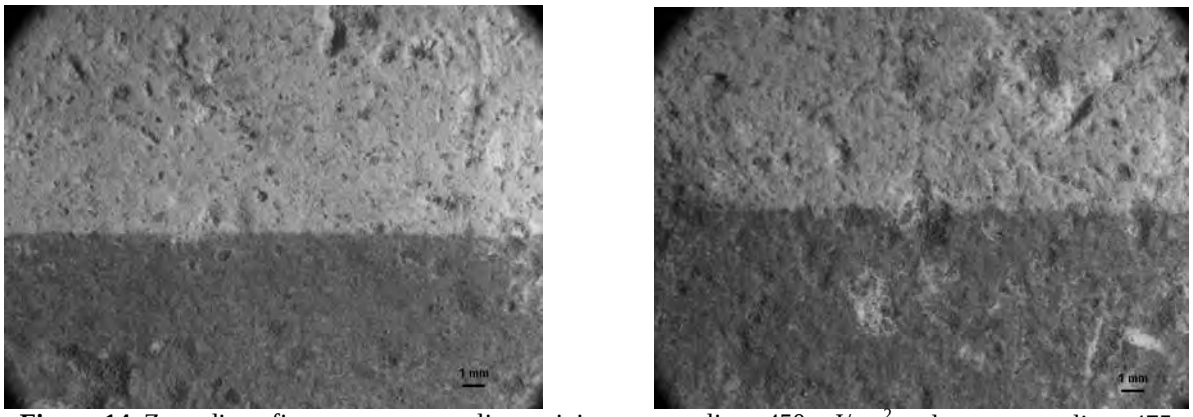


Figura 14. Zone di confine tra sporco e pulito: a sinistra area pulita a 450 mJ/cm^2; a destra area pulita a 475 mJ/cm^2 (foto Laboratorio ICVBC – CNR)

Come si evince dalle immagini per entrambe le fluenze operative, si mette in luce una superficie di colore leggermente ocraceo, di notevole omogeneità cromatica e priva di segni di abrasione riconducibili direttamente alle operazioni di pulitura.
E' pur vero che dei microscopici residui di sporco, infiltratosi all'interno di micro-asperità della superficie, permangono ancora alle fluenze operative scelte ad ingrandimenti più elevati. (**Fig. 15**)

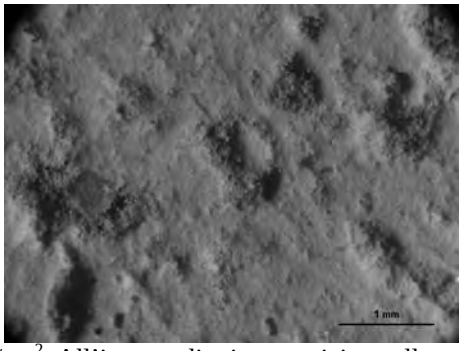


Figura 15. Zone pulita a 475 mJ/cm^2. All'interno di microscopici avvallamenti permangono residui di sporco (foto Laboratorio ICVBC – CNR)

Le indagini colorimetriche effettuate sulle aree pulite alle fluenze operative scelte hanno fornito i risultati presentati nella seguente tabella.

	L	a	b	E
Sup. sporca - sup. pulita 450	-16,63	0,10	-5,31	17,45
Sup. sporca - sup. pulita 475	-17,82	0,52	-3,72	18,21
Sup. Pulita 900 - Sup. Pulita 950	-1,19	0,42	1,59	2,03

Come si evince dall'analisi dei dati le differenze cromatiche tra superficie sporca e superficie pulita, sia a 450 che a 475 mJ/cm^2, indicano che si è verificato un notevole, quanto ovvio, incremento della luminosità passando da superfici sporche a superfici pulite (L risulta negativo essendo stata calcolata nel seguente modo: L sup. sporca - L sup. pulita); più interessante risulta il dato relativo a b che indica un significativo incremento della componente gialla della superficie, passando da sporco a pulito, confermando così quanto osservato visivamente. I confronti colorimetrici tra superficie pulita a 450 e superficie pulita a 475 mJ/cm^2, indicano che a fluenze più alte la superficie pulita risulta più chiara, ma meno gialla. La presenza di una componente gialla su superfici pulite laser, è stata a lungo indagata **[27]**, e viene quindi attribuita alla capacità da parte del laser di conservare, a causa di una ottima selettività, uno strato micrometrico, probabilmente di formazione antica, esistente al di sotto dei depositi di sporco, che verrebbe rimosso con altri sistemi di pulitura tradizionale. Infatti aumentando la fluenza operativa, e quindi superando il valore di soglia di danneggiamento individuato a 475 mJ/cm2, la superficie perde la componente gialla, appartenente alla formazione micrometrica sopra citata, e diviene più bianca.

Conclusioni

L'importanza di questo corpus di stucchi erratici oltre ad essere legata al fatto che rari sono i resti di cicli decorativi in stucco medievali, è anche rappresentata dal fatto che, non avendo mai subito interventi di restauro basati su criteri di ripristino estetico e non puramente conservativi, risultano portatori di una notevolissima quantità di informazioni (residui di policromia, abbondanti resti di materiale costitutivo organico come fibre di cannucce e frammenti di cordino della struttura di sostegno, netti segni di lavorazione, ecc.). La linea del nostro intervento si è basata, per questi motivi, su principi altamente conservativi e sul criterio del minimo intervento.
In questo la scelta del laser per la pulitura ha consentito di operare con selettività rimuovendo uno sporco che in generale si presentava polveroso, pur aderendo a superfici in fase di polverizzazione anche spinta. L'equilibrio raggiunto tra efficacia di pulitura e nocività, operando tra 450 e 475 mJ/cm^2, viene considerato di alto livello. Esigenze operative di pulitura, laddove la superficie si mostrava particolarmente decoesa hanno consigliato di operare con fluenze più basse, dell'ordine di grandezza di 400, 425 mJ/cm^2.

NOTE

[1] E. Marcora, *Ricerche storico-archivistiche sugli stucchi di s. Maria Maggiore di Lomello e il loro contesto storico-territoriale*, Relazione predisposta per il Gruppo di Studio coordinato dalla Direzione Regionale per i Beni culturali e paesaggistici della Lombardia relativo agli interventi condotti sugli stucchi di Lomello (Progetto di studio e restauro degli stucchi della Basilica di s. Maria, D.M. 13 giugno 2005, finanziamenti su programmazione ordinaria).
[2] *Hist. Lang*., III, 35.
[3] P. Darmstädter, *Das Reichsgut in der Lombardei und Piemont*, Strassburg, 1986, pp. 193-196.
[4] *Cronaca di Novalesa*, a cura di G.C. Alessio, Torino, 1982, pp. 274-277.
[5] *Indiculus Curiarum*, ed. H. Weilans, in MGH, *legum sectio*, IV, 1, Hannoverae 1868, p. 649.
[6] *Ottonis Episc. Frisigensis, Gesta Friderici imperatoris*, ed. Pertz, in MGH, *scriptores*, XX, Hannoverae, 1968, p. 402.
[7] *I Diplomi di Berengario I*, a cura di L. Schiapparelli, Roma (FSI, 35), 1903.
[8] H.P.M., *Chartae*, doc. 102, col.168.
[9] G. Sergi, *Movimento signorile e affermazione ecclesiastica nel contesto distrettuale di Pombia e Novara fra X e XI secolo*, "Studi Medievali", s. III, XVI, 1975, pp. 153-206.
[10] R.Pauler, *Das regnum Italiae in ottonische Zeit*, Tübingen, Nyermeyer Verlag, 1982. [1]
[11] M.L. Chiappa Mauri, *La diocesi pavese nel primo ventennio del XIV secolo, con la trascrizione in Appendice del Registro delle Rationes decimarum. Archivio Segreto Vaticano, Collectoriae*, n. 173, "Bollettino della società pavese di studi storici", LXXII-LXXIII, 1972-73, pp. 61-124.
[12] *Placiti Regnum Italiae*, II/I, nr. 264, p. 469.
[13] E.P. Vicini, *Regesto della chiesa cattedrale di Modena*, I, Reg. Chart. Ital., 16, 1931, nr. 92.
[14] A. Solmi, *Amministrazione finanziaria del Regno Italico nell'Altomedieovo*, Biblioteca della Società Pavese di Storia Patria, 2, Pavia, 1932, doc. 4, pp. 247 ss.
[15] B. Dragoni, *Ancora sui conti palatini di Lomello*, in BSPSP, 56, II, 1956, pp. 155-170.
[16] P.F. Kehr, *Italia Pontificia, Regesta Pontificum Romanorum*, VI/I, Berolini 1913.
[17] M.L. Chiappa Mauri, *La diocesi pavese…, op. cit.*
[18] Per quanto riguarda lo studio dell'architettura, rimangono fondamentali i contributi di A.K. Porter (*Santa Maria Maggiore di Lomello*, in "Arte e storia", V, XXX, 1911, pp. 175-181, 193-205; *Lombard Architecture*, II, New Haven 1916, pp. 500-507) e di E Arslan (*L'architettura romanica lombarda*, in *Storia di Milano*, III, Milano 1954, pp. 395-521, in partic. pp. 437-441). Per una revisione e ulteriori approfondimenti, nonché per una bibliografia aggiornata si rimanda agli interventi di A. Segagni Malacart, in particolare i saggi *L'architettura romanica pavese*, in *Storia di Pavia*, III, 3, Milano 1996, pp. 115-227, in partic. pp. 121-129 e *La collegiata di S.Maria Maggiore di Lomello e le origini del romanico in Lombardia*, in *Arte d'Occidente. Temi e metodi*. Studi in onore di A.M. Romanini, 1, Roma 1999, pp. 83-99. Cfr. anche l'estratto della tesi di laurea di V.Cecchetto, *Lomello*, in *Lomellina romanica*, Archivio Lomellino n. 13, Vigevano 2005, pp. 46-63.
[19] Sui restauri dell'edificio, cfr. G. Chierici, La *chiesa di S.Maria Maggiore a Lomello*, in "Palladio", 1, 1951, pp.67-69 e L. Galli, *Il restauro nell'opera di Gino Chierici (1877-1961)*, Milano 1989, pp.104-112.
[20] Per gli affreschi, cfr. soprattutto di A. Segagni Malacart, *L'Arte dall'XI al XII secolo. Affreschi pavesi dei secoli XI-XIII*, in *Storia di Pavia*, Vol. III, Milano, 1996, p. 355-393, in partic. pp. 356-357.
[21] A.M. Romanini, *Stucchi inediti di Santa Maria Maggiore a Lomello*, in "Commentari", fasc. I-II, gennaio-giugno 1968, pp. 18-39; cfr. anche P. Verzone, *Note sui rilievi in stucco dell'alto medio evo nell'Italia settentrionale*, in "Le Arti", 4, 1941, 2, pp.121-128, in partic. pp. 124-125, 128.

[22] S. Lomartire, *Le stuc et le décor architectural. Les stucs de Lomello et quelques autres fragments lombards du Haut Moyen Age au XIIe siècle,* in *Stucs et décors de la fin de l'Antiquité au Moyen Age (du Ve au XIIe siècle),* Actes du colloque international, Poitiers 16 -19 settembre 2004, Turnhout - Brepols 2006, pp. 307-324.
[23] AA.VV., *Tecniche di esecuzione e materiali costitutivi,* DIMOS, parte I, modulo I, ICR, 1978.
[24] P. MORA, L. MORA, P. PHILIPPOT, *La conservazione delle pitture murali,* Bologna, 2001, pagg. 139 – 141.
[25] Lo studio della composizione degli stucchi è stato svolto dal centro diagnostico CENISCO dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale; prove di laboratorio svolte dalla dott.ssa Elena Basso con il coordinamento del prof. Saverio Lomartire. E' stato svolto uno studio in microscopia elettronica a scansione SEM + EDS inglobando i microframmenti di stucco in resina epossidica; sono inoltre state realizzate delle sezioni sottili con le quali è stato possibile svolgere lo studio al microscopio ottico da mineralogia per caratterizzare l'aggregato dell'impasto. I dati qui riportati sono tratti dalla Relazione preliminare redatta dalla dott.ssa Basso.
[26] L. ACCURTI, G. BARONIO, G. CHIARI, M. GIORDANI, T. MANNONI, M. NICOLA, *Arte del costruire e tecniche decorative tradizionali: approfondimenti su tecnologie di produzione, lavorazione e impiego del gesso per componenti edilizie e manufatti ornamentali, in area piemontese*, in Atti del Convegno di Bressanone, 2001, pagg. 167 – 178.
[27] Vergès Belmin V., Dignard, C. "Laser yellowing: myth or reality?" in Atti del Convegno Lacona IV, Paris 11-14 Settembre 2001. Ed. Elsevier J. of Cult. Heritage Vol. 4, S1, 2003.

CONSIDERAZIONI SULLA TECNICA ESECUTIVA DEL CROCIFISSO IN CARTAPESTA POLICROMA DI PIETRO TACCA DAL MONASTERO DI SANTA MARIA MADDALENA DE' PAZZI DI CAREGGI A FIRENZE

Susanna Bracci[*], Muriel Vervat[**]

[*] Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali – CNR, Via Madonna del Piano – Firenze 50019 Sesto Fiorentino (FI), e-mail: s.bracci@icvbc.cnr.it
[**] Via S. Niccolò, 95 -97 R – 50125 Firenze. Tel.055/2478097, e-mail: murielvervat@libero.it

Abstract

Il restauro del grande crocifisso di Pietro Tacca, alto 1,80 m e datato c. 1618 (Figura 1) è stato un'opportunità di studio per la comprensione dell'impiego della cartapesta nei manufatti artistici [1]. Oltre alle consultazioni delle fonti storiche, utili per capire il sistema di giuntura dei vari pezzi tra loro, indispensabili sono state le indagini scientifiche per l'identificazione dei materiali costitutivi l'opera.
Dal Crocifisso sono stati prelevati cinque campioni, quattro dei quali comprendenti sia la preparazione che gli strati pittorici ed uno relativo alla cartapesta. I campioni con strato pittorico sono stati inglobati in resina per permettere una caratterizzazione stratigrafica, tramite l'osservazione al microscopio delle sezioni lucide ottenute. Le stesse sezioni sono state poi osservate al microscopio elettronico (ESEM, Quanta200, FEI/Philips) ed analizzate in microsonda elettronica per analisi elementale (SEM-EDS). Su alcuni campioni sono state anche effettuate analisi FT-IR (Perkin-Elmer System 2000) prelevando selettivamente il materiale di interesse dal frammento con l'ausilio del microscopio; gli spettri sono stati acquisiti in trasmissione utilizzando una cella di diamante.
A causa delle condizioni di fragilità strutturale della scultura e della particolarità esecutiva, durante tutte le fasi del restauro si è tenuto conto dei risultati ottenuti dalle analisi per mettere a punto una metodologia d'intervento coerente. Per ridurre, in fase di pulitura l'interazione chimica con il supporto cartaceo, si è seguita una metodologia che riducesse i tempi di contatto delle sostanze chimiche con i materiali originali. Mentre, per mantenere un equilibrio tra i materiali costitutivi e i materiali aggiunti in fase di consolidamento del colore e di stuccatura, si è utilizzato uno stucco a base di cellulosa, elastico, coerente con il materiale che costituisce l'opera, facilmente rimovibile garantendo una buona adesione, senza sovraccaricare il peso strutturale della scultura.



Figura 1. Il Crocifisso dopo l'intervento di restauro

Cenni storici

Pietro Tacca (Carrara,1577 – Firenze, 1640) fu bronzista di primo piano nella Firenze di fine 500'; a soli quindici anni entrò nella bottega del Giambologna, lo scultore più importante dell'epoca a Firenze, del quale divenne il primo aiutante nel 1601. Alla morte del maestro nel 1608, ebbe in usufrutto lo studio e l'abitazione in borgo Pinti e solo un anno dopo prese il suo posto come scultore granducale.
Egli realizzò molte sculture tra cui ricordiamo i "Q*uattro mori*" incatenati alla base del monumento a Ferdinando I de' Medici a Livorno, le due *"Fontane"* in bronzo oggi in Piazza SS. Annunziata a Firenze e la celebre "*Fontana del Porcellino"* che andò a decorare la Loggia del Mercato Nuovo a Firenze.
Fu anche modellatore e tra il 1617 e il 1618, realizzò tre crocifissi in cartapesta a grandezza naturale: il primo dei quali é conservato nella Chiesa di S. Maria a Settignano (1617), il secondo é visibile nel monastero di Santa Maria degli Angeli a Pistoia (c. 1617), ed il terzo, oggetto di questo studio, si trova nel Monastero delle Suore Carmelitane di Careggi (c. 1618).
Il Cristo di Careggi è affiancato dalle sagome dipinte delle figure di S. Giovanni Evangelista, della Madonna e della Maddalena, dipinte da Francesco Curradi.

Struttura e tecnica costruttiva

Nel 1997, il Crocifisso di Pietro Tacca conservato nella chiesa di Settignano venne restaurato da Andrea Granchi. Nel corso del lavoro, furono eseguite approfondite indagini per lo studio della struttura del Crocifisso, i risultati delle quali sono stati recentemente pubblicati [2].
La similitudine tra il Cristo di Settignano e quello del Monastero delle suore carmelitane di Careggi, è stata utile per capire la tecnica di modellazione della cartapesta usata dal Tacca, e confrontare i risultati degli studi eseguiti sul Crocifisso di Settignano con quelli effettuati durante questo restauro: si sono riscontrate infatti molte affinità nei materiali costitutivi e nelle problematiche legate alla conservazione del manufatto.
Le radiografie del Cristo di Settignano hanno evidenziato che all'interno della struttura, vuota, si trova un solo asse portante, consistente in un asse in ferro collocato lungo la gamba sinistra del Crocifisso e culminante all'altezza dei punti di aggancio alla croce [3]. Sul nostro Crocifisso la coscia sinistra di Cristo è fasciata con una striscia di stoffa larga cm 6: la fascia è originale e potrebbe essere stata applicata per irrobustire il punto fragile da dove parte l'asse portante della figura (Figura 2).
Le stratigrafie eseguite sul Cristo di Settignano mostrano che la struttura è formata da un primo strato di *papier mâché* ben pressato, applicato direttamente sulla matrice in gesso, da uno o più strati di tela, e infine da un terzo strato di carta incollata in modo irregolare. Questo supporto è stato anche irrobustito inserendo dei pezzi di filo di ferro tra gli strati di tela e della colla animale. Sulla superficie esterna del modellato in cartapesta, è stato disteso infine le mani di gesso e colla usati come strato preparatorio alla stesura pittorica realizzata con colori ad olio.
Su entrambi i Crocifissi, si è riscontrato che la zona di raccordo della testa con il collo è rinforzata con una fascia di tessuto incollata in esterno, simile a quella presente sulla coscia sinistra di Cristo. Mentre le dita e i piedi sono stati rinforzati con pezzi di tela interni, situati sotto lo strato preparatorio.
Nel Crocifisso di Careggi le linee di giunzione dei vari pezzi su i piedi presentavano dei bordi leggermente a rilievo, mentre le dita erano avvolte da pezzi di tela incollati, che con il tempo si sono irrigiditi e in parte staccati (Figura 3).



Figura 2. Particolare che evidenzia la fascia di sostegno sulla gamba sinistra e le stuccature a gesso e cera sulla gamba destra



Figura 3. Particolare della mano destra durante la pulitura

Analisi della scultura

Sulla superficie si sono riscontrati più strati di ridipintura sovrapposti alla pittura originale. Non è stato possibile risalire al periodo in cui è stato eseguito il primo intervento di ridipintura, ma durante i saggi di pulitura, si è trovato a contatto con il colore originale, una vernice ingiallita. Si può pensare che almeno alcuni tra i più vecchi rifacimenti siano stati eseguiti in concomitanza con gli spostamenti delle suore Carmelitane da una sede all'altra: una volta smontato il Crocifisso, sarebbe stato più semplice "rinfrescare" l'incarnato offuscato dalla vernice alterata prima di essere rimontato sulla croce nella nuova dimora [4].
Si è verificato che la prima antica tinteggiatura ha riguardata l'intera scultura, cioè retro e verso, mentre quelle successive, presenti in maniera irregolare, ricoprivano delle cadute di colore, delle stuccature a gesso o dei riempimenti fatti a cera (Figura 2, Figura 3).

Analisi stratigrafiche

Si sono dunque prelevati dei campioni del supporto e degli strati pittorici, che sono stati sottoposti ad analisi stratigrafiche con lo scopo di caratterizzare la loro composizione, verificare la successione delle stesure e determinare la natura dei leganti presenti. In Tabella 1 sono riportati la sigla, la posizione e la descrizione dei campioni prelevati.

Tabella 1 – Descrizione dei prelievi

Sigla e posizione	*Descrizione*
CT 1 ginocchio destro, in corrispondenza del sangue.	due frammenti di dimensioni inferiori al millimetro, che presentano un livello bianco di preparazione, con una stesura di colore grigio-blu al di sopra della quale è presente uno strato di colore rosso
CT 2 e CT 5 perizoma, colore blu-nero	due frammenti di dimensioni attorno al millimetro che presentano nello strato inferiore un livello bruno chiaro sul quale è presente una stesura viola e una stesura blu, molto scura
CT 3 petto lato destro, incarnato	un frammento, (1x1,5 mm) osservato al microscopio presenta diversi livelli grigi.
CT 4 piede destro, cartapesta in corrispondenza di un foro	un frammento di cartapesta di colore bruno-grigio con fibre molto piccole, colore bruno aspetto resinoso

Il prelievo CT 4, osservato al microscopio, presenta fibre molto piccole immerse in un legante bruno dall'aspetto resinoso. L'analisi FT-IR, di una porzione di legante campionato sotto microscopio, ha rivelato la presenza di resina tipo colofonia. Le analisi FT-IR dello strato di preparazione sotto gli strati pittorici hanno mostrato la presenza di gesso e colla animale in tutti i campioni analizzati (Figura 4).

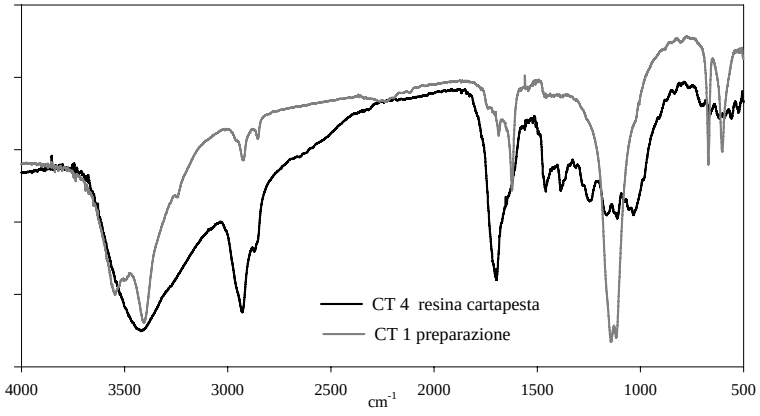


Figura 4. Spettri FT-IR del legante della cartapesta, campione CT 4 (curva nera) e dello strato di preparazione, campione CT 1 (curva grigia)

Le sezioni lucide dei campioni CT 3 e CT 5, prelevati sul perizoma, sono simili fra loro. In Figura 5 e' riportata l'immagine di parte della sezione CT 5. Si identifica la preparazione a gesso e colla animale (a) sulla quale è steso uno strato continuo, sottile (spessore 20-30 μm) di colore viola, costituito da biacca, lacca rossa e nero di carbone (b).
Al di sopra è presente uno strato bruno, continuo (spessore 70-80 μm, c) costituito da gesso (confermato anche dall'analisi FT-IR), ocra e nero di carbone probabilmente con legante oleoso.
Lo strato blu (spessore 40-50 μm) è costituito da due sottolivelli che risultano non ben separati fra loro: il sottolivello a contatto con il gesso presenta i segnali del rame (Cu) attribuibili ad azzurrite.

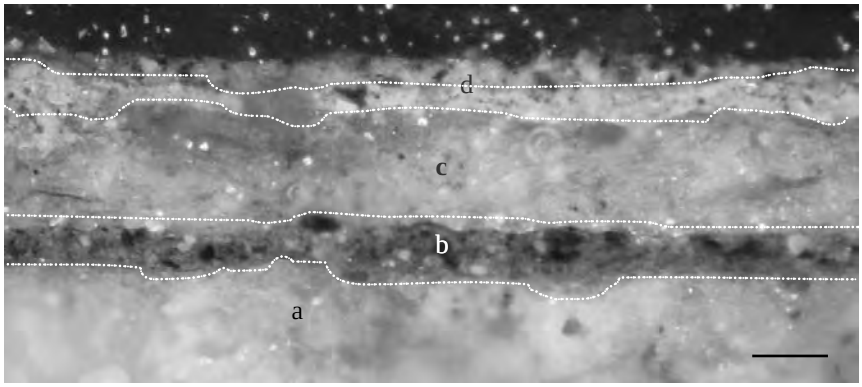


Figura 5. Sezione lucida del campione CT 5 (20x, barra 50 μm)

La sezione del prelievo CT 1 evidenzia una stratigrafia piuttosto complessa caratterizzata da una preparazione costituita da gesso e colla animale (a), seguita da uno strato bianco di spessore non omogeneo (20-40 μm), costituito quasi esclusivamente da biacca, sul quale si alternano due strati bianchi, anch'essi costituiti da biacca che inglobano frammenti di colore nero (probabilmente nero di carbone) ed ocre rosse (c, e) separati da un terzo livello sottile (d). Gli ultimi due livelli (d, e) non sono presenti su tutta la sezione ma si assottigliano fino a sparire nella parte destra dove è assente il livello rosso relativo al sangue ed appare la ridipintura grigia dell'incarnato. Lo strato rosso, molto disomogeneo, presenta granuli arancio e rossi di piccole dimensioni (e) (Figura 6a). Tutto il campione è attraversato da cretti, sia perpendicolarmente alla superficie che interessano gli strati pittorici fino alla preparazione, sia paralleli agli strati come risulta evidente nelle immagini SEM-BSE (Figura 6b).

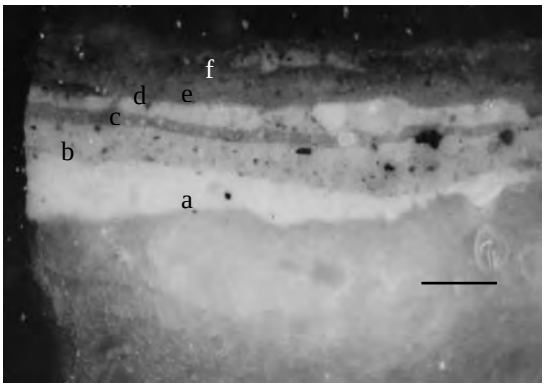


Figura 6a. Immagine in luce riflessa della sezione lucida del campione CT 1 (barra 100 μm)

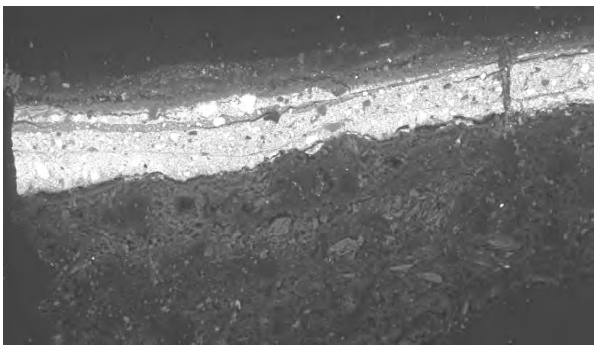


Figura 6b. Immagine BSE della sezione lucida del campione CT 1 (300x)

La sezione lucida del campione CT 3 evidenzia che la superficie in corrispondenza del prelievo è stata interessata da una frattura che ha provocato lo slittamento dei livelli pittorici che sono stati successivamente risarciti con una ridipintura di colore grigio che entra anche nello spazio creato dalla frattura (Figura 7a e 7b).

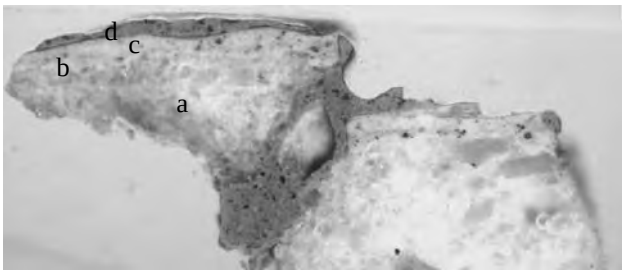


Figura 7a. Immagine in luce riflessa della sezione lucida del campione CT 3

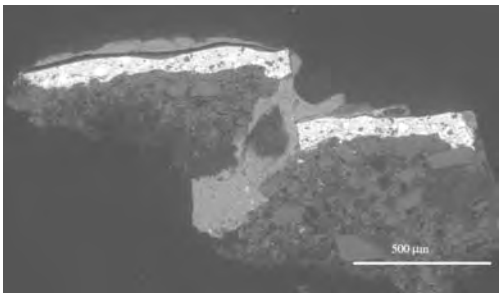


Figura 7b. Immagine BSE della sezione lucida del campione CT 3

L'incarnato è stato realizzato con due stesure successive di bianco di piombo e terre di colore verde, arancio e rosso (b, c, spessore 70-120 μm). Lo strato inferiore (b) risulta di colore leggermente diverso a causa della presenza di una maggiore quantità di materiali colorati (in particolare di terra verde).
Lo strato di ridipintura di colore grigio (d) che ricopre gli strati ed entra anche nella frattura risulta composto principalmente solfato di bario intonato con frammenti di terre colorate e nero di carbone. L'analisi SEM-EDS evidenzia anche la presenza di zinco (Zn) che permette di ipotizzare l'impiego di una miscela di solfato di bario ($BaSO_4$) e ossido di zinco (ZnO). Quest'ultimo risulta visibile anche nelle immagini di fluorescenza UV grazie alla caratteristica fluorescenza giallo limone.

Dalle analisi condotte sui prelievi risulta quindi che la preparazione per gli strati pittorici è a base di gesso (solfato di calcio biidrato) e colla animale.
L'incarnato è stato realizzato mescolando biacca (carbonato basico di piombo) a terre con legante oleoso in due stesure successive. La ridipintura, ben visibile nel campione CT3, ma presente anche in una piccola area della sezione lucida del campione CT1, è costituita da solfato di bario e, in quantità minore, ossido di zinco mescolato a terre di diverso colore. Ciò permette di datare l'intervento di ridipintura dell'incarnato a partire dalla seconda metà dell'ottocento.
Nel caso del perizoma, il colore originario era viola costituito dalla stesura di biacca, lacca rossa (idrato di alluminio) e nero; in seguito ricoperto da una ammannitura di gesso e ocra sulla quale sono poi stati stesi i successivi livelli pittorici blu.

Il restauro

Il supporto, ottenuto dall'incollaggio di più strati di carta, risulta come previsto, impregnato di colla animale, ma le analisi hanno evidenziato anche la presenza di colofonia. Questo materiale, come spiegato dal Baldinucci nel suo *Vocabolario* serviva per indurire la polpa di carta *"…poi se ne dà sopra una mano di pece greca, che alla fiamma del fuoco si fa penetrare dentro alla cosa formata, per renderla soda"* [5]. La colofonia, detta anche "pece greca" è una resina naturale, ottenuta della raffinazione delle resine terpeniche prodotte da diverse specie di conifere. Anche se la resina è ovviamente seccata e stabile, si è notato che un ripetuto contatto con l'essenza di petrolio, usato per rimuovere il solvente usato durante la pulitura, provocava un ammorbidimento del materiale. Si è dunque cercato di mettere a punto una metodologia di intervento che riducesse i tempi di contatto delle sostanze chimiche con i materiali originali.
Si è perciò scelto di impiegare per la rimozione delle ridipinture più recenti un *gel* che, grazie alla sua viscosità rimanesse in superficie, si è limitato l'uso dell'essenza di petrolio, eliminando a secco, l'ultimo velo di ridipintura a contatto con il colore. (Figura 8).
Si è poi iniziata la rimozione delle ridipinture più antiche che mascheravano le cadute di colore e le stuccature e che abbondantemente ricoprivano l'incarnato originale. Per questa fase del lavoro si è scelto di utilizzare, per la selettività della sua azione del *gel chelante* ad alta viscosità, composto da trietanolammina, carbopol, acido citrico e alcool benzilico. Il solvente è stato applicato più volte, in giornate successive, ed è stato necessario eliminare a bisturi i residui di tinta rimasti intrappolati nelle pennellate di colore originale. Le stuccature di gesso e colla, tenacemente ancorate al colore originale, sono state asportate a secco.



Figura 8. Il Crocifisso durante la rimozione delle ridipinture

Conclusa l'operazione di pulitura si è proceduto alla stuccatura delle zone dove l'incarnato era danneggiato utilizzando uno stucco a base di *Arbocel*. L'*Arbocel* si presenta sotto forma di una polvere di colore bianca, costituita per il 99,5% da fibre di pura cellulosa e fino ad ora è stato impiegato come supportante per gli impacchi nell'operazione di pulitura di materiali lapidei e di affreschi, oppure come carica inerte nella preparazione di malte e stucchi (esistono tre tipi di *Arbocel* che si differenziano tra loro principalmente per la lunghezza delle fibre). Le fibre di cellulosa non sono solubili in acqua, né in solventi organici e resistono all'azione degli acidi deboli e degli alcali.



Figura 9. Particolare del petto di Cristo in corrispondenza di una frattura risarcita con lo stucco a base di *Arbocel* e *Plextol B500*

Nei Laboratori dell'Opificio delle Pietre Dure della Fortezza da Basso, in occasione del restauro di una tavola di Lorenzo Monaco danneggiata dall'alluvione del 1966, i restauratori incaricati dell'intervanto hanno sperimentato diverse formulazioni di uno stucco a base di *Arbocel* e collanti aventi funzione di riempitivi e di adesivi [6]. Gli ottimi risultati ottenuti nel corso di questo restauro, ci hanno spinto ad utilizzare, per le fasi di consolidamento del colore e di stuccatura del Crocifisso, lo stesso materiale; occorreva infatti un riempitivo che fosse elastico e leggero (la scultura è vuota ed ha una superficie cedevole), compatibile con il materiale che costituisce l'opera d'arte, facilmente rimovibile e che infine Gli ottimi risultati ottenuti nel corso di questo restauro, ci hanno spinto ad utilizzare, per le fasi di consolidamento del colore e di stuccatura del Crocifisso, lo stesso materiale; occorreva infatti un riempitivo che fosse elastico e leggero (la scultura è vuota ed ha una superficie cedevole), compatibile con il materiale che costituisce l'opera d'arte, facilmente rimovibile e che infine garantisse una buona adesione, senza sovraccaricare il peso strutturale della scultura. Le stuccature presenti sulla scultura, fatte con gesso e colla e a cera, materiali troppo rigidi e diversi per composizione rispetto al materiale originale, avevano con il tempo provocato dei sollevamenti della pellicola pittorica nelle zone circostanti le stuccature stesse.
E'stato quindi applicato come riempitivo per alcuni riccioli dei capelli danneggiati e per le zone mancanti del modellato del perizoma, un impasto composto di *"Arbocel BWW40"*in *"Glutofix"* al 2% in acqua, mentre come consolidante, si è optato per un impasto di "*Arbocel BWW40"*in "*Plextol B500*" addensato con 3% di "*Kulcel G"* (Figura 9).
Sopra la polpa di cellulosa è stato poi steso un velo di gesso e colla, sul quale è stato poi eseguito il restauro pittorico ad acquarello. Il lavoro si è concluso con la verniciatura di protezione fatta con vernice mastice, data prima a pennello e poi a spruzzo.

Conclusioni

La grande scultura di cartapesta, presentava delle fragilità strutturali, causati principalmente dall'uso di materiali impropri impiegati in passato per rimediare ai cedimenti e alle rotture del supporto.
Le indagini scientifiche, insieme alla consultazioni delle fonti storiche, hanno fornito dei dati fondamentali per conoscere la modalità antica di lavorazione della cartapesta e i materiali che costituiscono l'opera.
L'intervento di restauro, ha richiesto sia l'impiego di solventi per la rimozione delle ridipinture che l'uso di materiali per integrare le rotture della cartapesta estesamente presenti e per rimediare ai danni sul supporto provocato da appesantimenti e tensioni.
Sulla base dei dati forniti anche dalle indagini scientifiche, è stato individuata per la pulitura la soluzione meno invasiva, che non compromettesse ulteriormente la stabilità dei materiali costituenti il supporto e si è sperimentato, grazie alla collaborazione con restauratori di altri settori, un prodotto a base di *Arbocel*, quest'ultimo conosciuto da anni nell'operazione di pulitura degli affreschi, ma qui impiegato diversamente con successo.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dott.ssa Mirella Branca della Soprintendenza per i Beni Artistici e Storici di Firenze, che ha diretto con passione il restauro del Crocifisso e fornito utili suggerimenti nelle diverse fasi del lavoro.
Si ringrazia inoltre Chiara Mignani che ha collaborato attivamente alla formulazione definitiva dello stucco impiegato per le integrazioni e Giovanni Piccirillo per il suo contributo all'intervento di pulitura della scultura e allo studio analitico dei prelievi.

BIBLIOGRAFIA

[1] AA.VV., "*Iacopo Sansovino – La Madonna in Cartapesta del Bargello"*, a cura di Massimo Bonelli e Maria Grazia Vaccari, Gangemi Editore, Roma, 2006.
[2] Francesca Baldry Becattini, *"Il Crocifisso di Pietro Tacca a Settignano. Restauro di un'inedita cartapesta policroma"*, Mandragora, Firenze, 2001.
[3] Francesca Baldry Becattini, Op. cit., pagine 56-57 e pagine 86-89.
[4] Le Suore carmelitane abbandonarono la primitiva sede in San Frediano, trasferendosi il 2 dicembre 1628 in Borgo Pinti, poi all'insalubre sede in piazza Savonarola nel 1888, per approdare poi nel 1928 sulla collina di Careggi. Per un approfondimento si veda il saggio di Mirella Branca in *Pietro Tacca, Carrara, la Toscana, le grandi corti europee* a cura di Franca Falletti, Mandragora, Firenze, 2007, pp. 201–203.
[5] Filippo Baldinucci, "*Vocabolario toscano dell'arte del Disegno"*, in Firenze, per Santi Franchi, 1681, rist. anast. con nota critica di Severina Parodi, Firenze, 1975, pagina 90.
[6] Marco Ciatti, Cecilia Frosinini, Chiara Rossi Scarzanella, *Angeli, santi e demoni: otto capolavori restaurati,* EdiFir, Firenze, 2006, pagine 133-144.

INDAGINI IN FLUORESCENZA RX ED IN MICRO-RAMAN PORTATILI SUI CORALI XIII, XIV, XVIII DI CREMONA

Achille Bonazzi[*], Pietro Baraldi[**], Curzio Merlo[***], Francesca Campana

[*]Dipartimento Scienze della Terra, Università degli Studi di Parma, achille.bonazzi@unipr.it
[**]Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, pietro.baraldi@unimore.it
[***]CFP Cremona, via Cesari, 5/7 26100 Cremona, 0372 403411, lab.chimica@cfpcremona.it

Abstract

Lo studio dei corali miniati quattrocenteschi XIII, XIV e XVIII, conservati presso l'Archivio Diocesano di Cremona, si è svolto in due fasi. Nella prima, la caratterizzazione dei materiali costitutivi e delle tecniche esecutive è avvenuta mediante osservazioni al microscopio ottico ed indagini in fluorescenza rX portatile, in riflettografia IR ed in IR falso colore. Nella seconda, lo studio è proseguito al micro-Raman portatile al fine di integrare le informazioni acquisite laddove la fluorescenza rX mostrava evidenti i propri limiti, ma anche per verificare i risultati ottenuti con lo spettrometro XRF. Le analisi realizzate hanno permesso di determinare la tavolozza del miniatore, il tipo di preparazione delle dorature e di indagare riguardo i fenomeni di ingiallimento di alcune carte, l'uso delle lacche e la natura del fondo giallognolo delle lettere domenicali dei corali XIII e XIV.

Premessa e descrizione dei corali

Il carattere peculiare della miniatura come forma d'arte è riconosciuto soprattutto perché, pur non possedendo un carattere "monumentale", si basa comunque su di una tecnica esecutiva molto complessa, che merita di essere studiata in maniera approfondita. Per questo motivo è necessario non solo studiare i trattati storici che ci sono pervenuti, ma sfruttare vere e proprie indagini diagnostiche finalizzate principalmente a determinare i processi di realizzazione, le tecniche pittoriche e le tavolozze dei miniatori dei codici. Solo in questo modo, cioè affiancando rispettivamente studi che riguardano la storia dell'arte e studi di carattere scientifico che rivelano i materiali costitutivi e le tecniche esecutive, si può giungere alla conclusione di conoscere a fondo l'arte della miniatura. Ma anche la scelta metodologica per lo studio dei codici mediante indagini diagnostiche è difficile. Innanzi tutto la miniatura richiede tecniche di studio che siano assolutamente non invasive. Infatti, anche se la maggior parte delle tecniche analitiche attualmente disponibili sono micro-invasive, cioè richiedono un campionamento di materiale veramente minimo, non è possibile utilizzarle per lo studio delle miniature. E' chiaro che un qualsiasi prelievo dalla miniatura di un codice danneggerebbe troppo l'integrità dell'opera e i suoi contenuti estetici e storici. Per questo motivo in tutti i paesi europei lo studio delle miniature è permesso ma senza che vengano eseguiti campionamenti. Un'altra difficoltà che spesso si incontra studiando i codici antichi consiste nell'impossibilità di maneggiare in maniera ottimale la strumentazione d'indagine su libri miniati che possono avere dimensioni molto elevate o estremamente ridotte. Inoltre anche le ondulazioni e le posizioni che le carte assumono una volta aperto il manoscritto possono essere elementi di disturbo durante l'acquisizione dei risultati. Partendo da queste premesse si sono sottoposti ad esame i tre corali XIII, XIV e XVIII al fine di caratterizzare i materiali costitutivi e le tecniche esecutive. I tre libri miniati, provenienti dal soppresso Convento degli Eremitani di S. Agostino, sono conservati nell'Archivio Diocesano di Cremona e fanno parte del "Thesaurus Ecclesiae Cathedralis Cremonensis". Sono posteriori sia all'episcopato cremonese di Offredo Offredi (1168-1185), il quale normalizzò le consuetudini liturgiche locali e le particolarità rituali dando vita al cosiddetto *Rito offrediano,* sia alla bolla papale del 28 luglio 1457 di Callisto III, che prescrisse l'osservazione e la pratica dell'uso della Curia Romana. Questi codici, quindi, sostituirono i meno recenti redatti secondo il *Rito offrediano.* I due corali XIII (575x410x130 mm) e XIV (630x415x150 mm) costituiscono rispettivamente il secondo e il terzo volume del Graduale, che contiene le parti di canto della Messa variabili secondo il periodo dell'anno liturgico e delle feste; il corale XVIII (580x450x155 mm), invece, è il quarto volume dell'Antifonario, su cui è annotato il complesso delle Antifone e dei versetti dell'Officiatura. Tutti i corali sono membranacei e presentano una legatura, secondo le fonti, eseguita dal tedesco Marco de Oxinder e caratterizzata da piccole assi di pioppo rivestite di cuoio con borchie, cantonali, bullette e bordature metalliche. Sono scritti in miniatura gotica del tipo "corale" a due inchiostri, rosso e nero, dai caratteri ampi, spaziosi, regolari, perfetti, sia per il disegno che per esecuzione. I codici agostiniani XIII e XIV hanno iniziali miniate decorate prevalentemente con fregi, fogliami e bestiole, caratterizzate da uno sfondo di tonalità gialla: per questo motivo il miniaturista, anonimo, è stato soprannominato "Maestro dei fondi giallini". Il corale XVIII presenta, invece, iniziali filigranate e il suo miniaturista, nonché amanuense, è, secondo L. Carlino, Fra Apollonio da Calvisano, a cui è attribuita nel colophon dell'ultimo codice della serie agostiniana (XXII) l'esecuzione dell'intero Antiphonarium. M. Marubbi, invece, attribuisce le miniature ad un frescante che fu anche miniatore: Giovan Pietro da Cemmo, laico, ma *pittore agostiniano per eccellenza* che lavorò tra Crema, Cremona e Brescia proprio nella seconda metà del

quattrocento. Tutti i corali presentano scalfitture e abrasioni della coperta in cuoio dei piatti, lesioni delle parti metalliche ed usura e conseguente rottura delle legature. Nelle carte si osservano problemi di ondulazione, ingiallimento (specialmente nei corali XIII e XIV), trasporto e scarico di inchiostro, il quale proprio a causa della sua acidità nel corale XVIII ha fatto sorgere alcune lacune nelle pergamene.

Le indagini in fluorescenza rX portatile

I corali agostiniani XIII, XIV e XVIII, dopo essere stati attentamente osservati e documentati allo stereomicroscopio, sono stati sottoposti ad indagini in fluorescenza rX (XRF) mediante spettrometro portatile.







Figure 1, 2 e 3: al centro, lettera domenicale "I" (c. 5v, corale XIII), a sinistra indagine allo stereo microscopio e, a destra, aspetto del campione al microscopio ottico (80x).

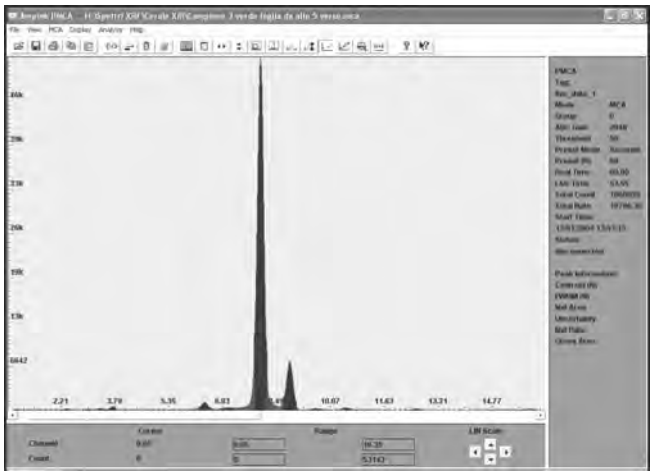
Questa metodologia di analisi ha permesso di riconoscere e caratterizzare i pigmenti inorganici utilizzati per l'esecuzione delle miniature, gli inchiostri e di definire la composizione delle parti metalliche che rivestono la coperta, senza che venissero prelevati campioni. L'apparecchiatura usata è uno spettrometro portatile XRF EIS modello XRS 38, con filamento in W e finestra in Be. Il rivelatore di cui è dotato è un SDD (a deriva di silicio) con sistema autoraffreddante ad effetto Peltier e caratterizzato da una risoluzione pari a 150 eV a 6,40 keV ($K_{\alpha 1}$ del ferro). L'intensità di corrente utilizzata è di 40 - 50 μA e la tensione compresa tra 20 e 30 kV. Il tempo di esposizione è di 60 secondi ed il diametro dell'area indagata è compreso tra 1 e 3 mm.
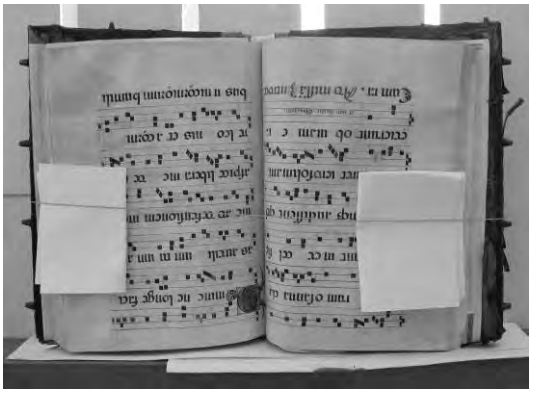




Figure 4 e 5: a sinistra posizionamento verticale del corale, a destra indagini con spettrometro XRF portatile

Il corale XIII durante le analisi XRF è stato posto in posizione verticale, aperto in corrispondenza del verso della carta 5 e sul recto di questa carta sono stati inseriti, durante le misure, due fogli d'alluminio per impedire interferenze provenienti dalle altre carte contigue. Sull'iniziale domenicale "I" sono state effettuate misurazioni in vari punti diversi tra loro. Tra questi si è potuto notare che il pigmento verde è costituito da malachite [$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$], ma vi è anche la presenza minima di biacca [$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$]. Potassio, ferro e calcio, presenti in quantità estremamente ridotta rispetto al rame, caratterizzano il supporto pergamena.



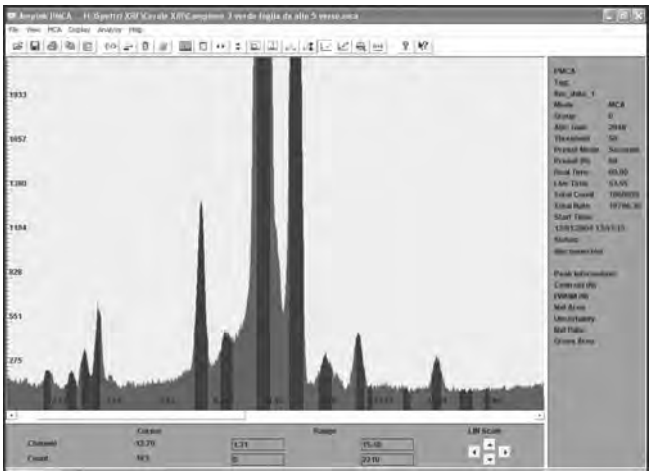


Figure 6 e 7: spettro del pigmento verde della foglia della lettera domenicale "I" (c. 5v, corale XIII): a sinistra in evidenza i picchi del rame, a destra in evidenza gli elementi in tracce. Sotto vengono riportati i principali dati caratterizzanti lo spettro dell'area indagata.

Start	End	FWHM (N)	Net Area	Gross Area	Centroid (N)		Uncertainty	Status
2.26	2.43	0.113	**277**	2180	2.35	**S/Pb4**	23.11	GOOD
3.26	3.53	0.089	**630**	4575	3.33	**K**	14.65	GOOD
3.53	3.73	0.050	**476**	5140	3.69	**Ca1**	20.80	GOOD
6.23	6.54	0.169	**8258**	16724	6.38	**Fe1**	1.92	GOOD
7.86	8.18	0.179	**439869**	649551	8.02	**Cu1**	0.21	GOOD
10.46	10.66	0.085	**661**	4555	10.54	**Pb1**	13.91	GOOD

Il corale XIV è stato analizzato procedendo nello stesso modo. Le aree indagate appartengono alla miniatura raffigurante "La Resurrezione di Cristo" del recto della carta 1. Si è potuto constatare che il pigmento di tonalità gialla è costituito da SnS_2, detto anche oro musivo.

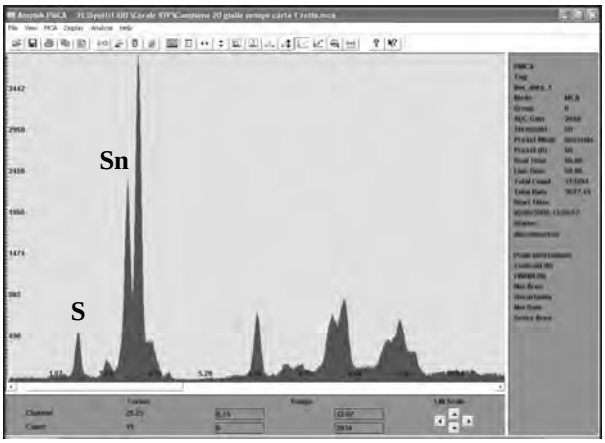




Figure 8 e 9 : a sinistra spettro in fluorescenza rX del pigmento giallo (SnS_2) caratterizzante la base della miniatura della carta 1r (corale XIV) evidenziata sulla destra.

Nel corale XVIII è stata sottoposta ad esame la miniatura raffigurante "L'ingresso di Cristo in Gerusalemme" del verso della carta 1. In particolar modo si è potuto constatare che la preparazione della doratura è a base di bolo, un'argilla caolinifera di colore rosso contenente ossidi di Ferro [$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$] in minima quantità, gesso [$CaSO_4 \cdot 2H_2O$] e biacca [$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$].



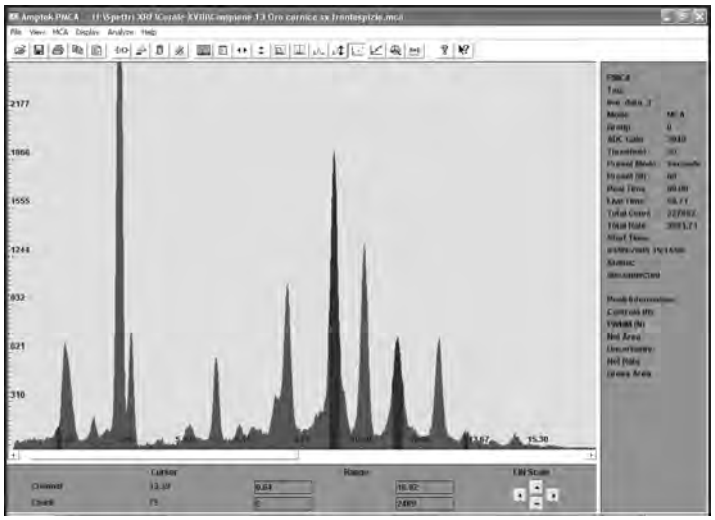


Figure 10 e 11 : spettrometro portatile in azione. Il punto indagato è la doratura della miniatura della carta 1v (corale XVIII). A destra lo spettro dell'area indagata.

La stesura al di sopra dello sfondo verde o azzurro (pigmenti a base di rame), potrebbe giustificare la presenza di rame nel campione indagato. Potrebbe anche trattarsi di rame metallico presente come impurezza nell'oro.
Oltre a ciò si è potuto constatare che in tutti i corali agostiniani:

- l'incarnato è realizzato aggiungendo terre rosso-brune alla biacca [$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$];
- il pimento rosso, utilizzato anche per la stesura dei tetragrammi, è costituito da cinabro [HgS];
- l'inchiostro nero è di natura ferro-gallica;
- il pigmento blu è dato da azzurrite [$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$];
- la colorazione marrone è ottenuta mescolando terre brune e biacca;
- il grigio è ricavato dal bianco San Giovanni [$CaCO_3$] e dal nero d'ossa [$Ca_3(PO_4)_2+CaCO_3+C$].

Indagini al micro-Raman portatile

Dopo aver analizzato i corali agostiniani XIII, XIV e XVIII mediante fluorescenza rX portatile, lo studio è proseguito con indagini al micro-Raman, al fine sia di ottenere informazioni utili dove la fluorescenza rX ha identificato in maniera indiretta i materiali, sia per verificare l'attendibilità dei risultati già ottenuti.
Queste indagini hanno avuto lo scopo di chiarire, per quanto possibile, alcuni dei problemi riscontrati nello studio dei corali agostiniani, vale a dire:

- l'ingiallimento di alcune carte dei corali XIII e XIV.
  In particolar modo si è tentato di capire se l'ingiallimento, spesso di gradazione molto intensa, dipendesse:
  - dal tipo di pergamena;
  - da particolari trattamenti che la pergamena ha subito durante la lavorazione;
  - da un degrado diffuso;
  - dall'uso di chiara d'uovo come legante.
- l'identificazione di alcune lacche, specialmente quelle di colore rosato e violaceo.
- l'identificazione del materiale usato per realizzare lo sfondo giallognolo delle lettere domenicali dei corali XIII e XIV;
- una più precisa determinazione dei pigmenti azzurri, poiché in fluorescenza rX, con filamento in W, è molto bassa la sensibilità del segnale associato al Silicio.

Lo strumento qui utilizzato per la registrazione degli spettri è un Labram della Jobin Yvon Horiba con laser a 632.8 nm. La risoluzione spaziale è di circa 10 micron, la potenza massima impiegata di è di 1 mW, i tempi di accumulo variabili da 30 a 120 s a seconda dell'intensità intrinseca del segnale. Le indagini svolte sulla lettera domenicale "O" del verso della carta 17 del corale XIII hanno indicato che il pigmento rosso utilizzato è cinabro [HgS]. Nello spettro Raman sono infatti visibili due bande, rispettivamente a 256 cm^{-1} e 345 cm^{-1}, tipiche di questo pigmento.

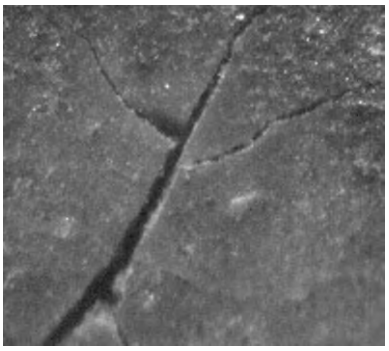
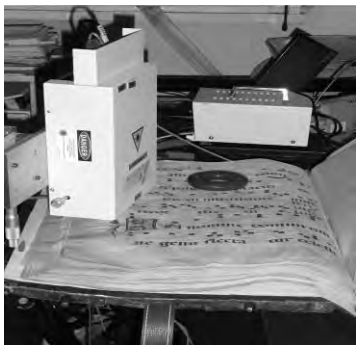




Figure 12, 13 e 14: a sinistra, lettera domenicale "O" (c. 17v, corale XIII), al centro aspetto dell'area indagata al microscopio ottico e, a destra, il micro-Raman portatile in azione sui corali.

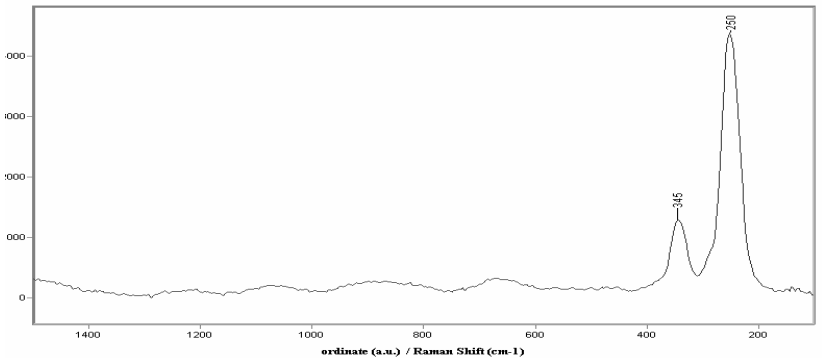


Figura 15: spettro Raman del cinabro della lettera domenicale "O" della carta 17v (corale XIII).

Nel corale XIV è stato sottoposto ad analisi l'inchiostro nero delle note, peraltro già esaminato mediante XRF portatile. In questo modo si è potuto constatare e verificare che si tratta di un inchiostro di natura ferro-gallica, caratterizzato da due bande Raman rispettivamente a 1645 cm^{-1} e 1484 cm^{-1}. Le restanti bande dello spettro sono da attribuire al supporto.

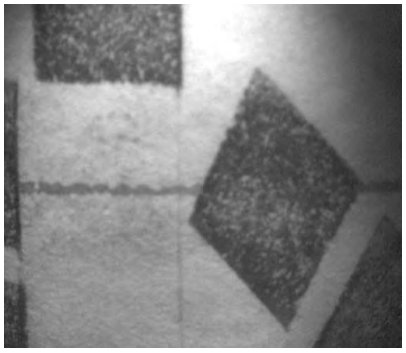
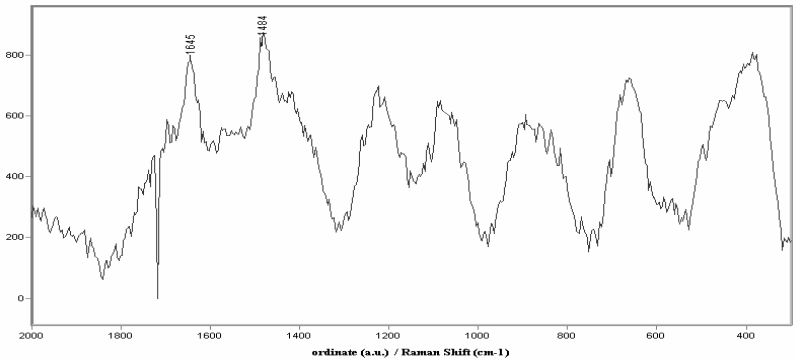



Figure 16 e 17: particolare della nota e spettro Raman dell'inchiostro nero ferro-gallico.

Infine le indagini al micro-Raman portatile eseguite sul corale XVIII ed in particolare sulla miniatura raffigurante "L'ingresso in Gerusalemme" sul verso della carta 1, hanno permesso di individuare la presenza di lapis, un silicato di Na e Al contenente anche S, che presenta due bande Raman rispettivamente a 1091 cm^{-1} e 540 cm^{-1}. Quest'ultimo pigmento è stato utilizzato per eseguire le parti in azzurro chiaro della miniatura, mentre l'azzurrite [$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$] costituisce le aree dal colore azzurro più intenso.



Figure 18 e 19: a sinistra, particolare della miniatura raffigurante la "Trinità" (c. 1v, corale XVIII), a destra, aspetto del lapis al microscopio ottico.

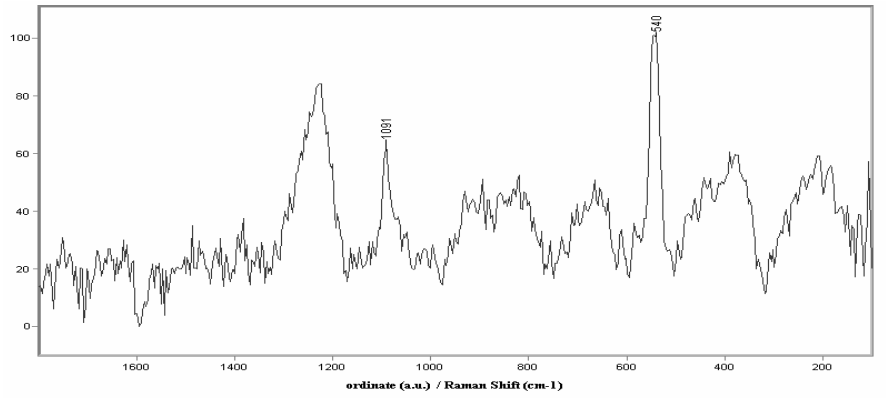


Figura 20 : spettro Raman del lapis della miniatura della carta 1v (corale XVIII).

Le analisi hanno riguardato anche alcune carte dei corali XIII e XIV, che appaiono particolarmente ingiallite. Le cause di questo fenomeno non sono state completamente chiarite anche dopo lo studio al micro-Raman portatile. I motivi più plausibili di questa alterazione cromatica potrebbero dipendere da:

- il tipo di pergamena;
- alcuni particolari trattamenti che la pergamena ha subito durante la lavorazione;
- un degrado diffuso;
- il trascorrere del tempo;
- la possibile presenza di chiara d'uovo.

Il fondo giallognolo delle lettere domenicali miniate dal "Maestro dei fondi giallini" sembrerebbe dovuto alla presenza di un legante organico, come la chiara d'uovo. Questo materiale non è rilevabile mediante XRF portatile e anche il micro-Raman ha evidenziato la presenza di un composto organico ma è stato difficoltoso individuare il tipo specifico di legante. Lo stesso problema si è verificato riguardo lo studio delle lacche che compongono la tavolozza dei miniatori: si è potuto stabilire con certezza che si tratta di materiali organici ma non si è potuto stabilire con altrettanta sicurezza e facilità i tipi di coloranti usati a causa del fenomeno della fluorescenza, che spesso copre completamente il segnale Raman impedendo il riconoscimento del materiale in esame. Nonostante questo limite strumentale si è potuto comunque comprendere quali fossero le aree dipinte mediante questi materiali, i quali per lo più vengono utilizzati per la realizzazione dei colori violacei e rosa, poiché è impossibile ottenere queste colorazioni utilizzando pigmenti inorganici. Spesso queste tinte vengono realizzate mescolando le lacche tra loro o con altri pigmenti inorganici al fine di produrre tonalità particolari, che vanno ad arricchire la tavolozza dei miniatori. L'uso di lacche, infatti, è riscontrato non soltanto nel corale XVIII ma anche negli altri due corali XIII e XIV, dove il "Maestro dei fondi giallini" ha eseguito alcune lettere domenicali dal corpo viola sfruttando coloranti organici, che sulla base delle indagini Raman, sono identificabili come lacca di Robbia.



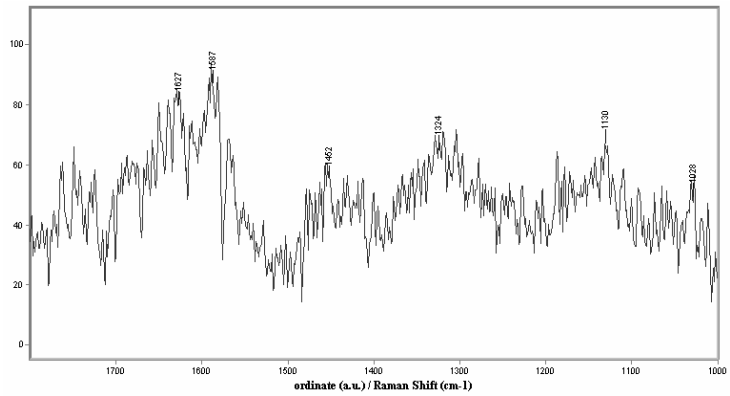


Figure 21 e 22: a sinistra, particolare della miniatura della carta 1v (corale XVIII) e, a destra, spettro Raman ottenuto analizzando la lacca viola della sfondo.

Confronto delle due tecniche: limiti e pregi

L'utilizzo di strumentazione portatile non è stato dettato da una esigenza di maggiore comodità ma di pura necessità. Infatti, nello studio delle miniature dei libri manoscritti, è obbligatorio effettuare indagini non-distruttive. Un problema che si verifica con l'XRF portatile riguarda le interferenze provenienti dal lato retrostante della pergamena indagata e, talvolta, dalle carte sottostanti. Infatti l'elevato potere penetrante dei raggi X utilizzati per analizzare l'opera causa l'interazione della radiazione non solo con la superficie ma anche con le eventuali stratificazioni sottostanti. Per questo motivo è necessario, durante le indagini, inserire dei fogli di alluminio che funzionano da veri e propri schermi al fine di isolare la carta indagata dalle altre, ma anche verificare l'assenza di pigmenti e/o inchiostro sul verso della carta in corrispondenza dell'area indagata. La fluorescenza rX inoltre, come già detto, non permette di svolgere indagini quantitative o, meglio, risulta complesso effettuarle, sia perché gli elementi leggeri non possono essere determinati, ma anche perché la distribuzione degli elementi in profondità genera un effetto di schermo delle sezioni in superficie nei confronti degli strati sottostanti (effetto matrice). La tecnica viene, pertanto, definita semiquantitativa. Inoltre la sensibilità dello strumento è differente nei confronti dei vari elementi e questo è un aspetto da tenere in considerazione ogni volta che si desidera svolgere indagini semiquantitative. Un altro limite della fluorescenza a rX è l'impossibilità di rilevare gli elementi con numero atomico Z minore di 13 (quindi tutti gli elementi più leggeri dell'alluminio). Questo fattore limita fortemente lo studio riguardo la tavolozza e le tecniche esecutive utilizzate dai miniaturisti, compresi quelli dei codici agostiniani XIII, XIV, XVIII, in quanto risulta impossibile caratterizzare i composti organici spesso usati per la realizzazione dei codici, come ad esempio lacche e leganti (uovo, colla, etc.). Infatti la fluorescenza rX non solo non è in grado di rilevare in modo diretto i composti organici, ma anche di distinguerne la classe di appartenenza (leganti, lacche, etc.). Il micro-Raman, invece, permette di caratterizzare l'organico anche se, in questo caso di studio, non è stato possibile identificare con certezza tutto l'organico utilizzato dal miniaturista. Infine è necessario ricordare che le analisi al micro-Raman soffrono il problema della fluorescenza, specialmente, come in questo caso, se effettuate su supporto organico.

Conclusioni

Le tecniche di analisi della fluorescenza rX e del micro-Raman portatili costituiscono di per sé strumenti di indagine validi per approfondire la conoscenza delle opere d'arte, ma mai come nel caso delle miniature la loro interazione si rivela del tutto necessaria. Come già detto in precedenza, esse possiedono caratteristiche profondamente differenti ma allo stesso tempo complementari e dove l'una fallisce nell'analisi dei materiali utilizzati per la realizzazione delle miniature, l'altra può dare utili risposte, se naturalmente i risultati forniti sono ben interpretati. E' il caso dell'individuazione delle lacche utilizzate dai miniaturisti per decorare le carte dei corali agostiniani XIII, XIV e XVIII: mentre la fluorescenza rX non si è mostrata attendibile, il micro-Raman ha permesso di riconoscere il gruppo di appartenenza del materiale analizzato, anche se, in alcuni casi, non si potuto risalire con certezza al tipo specifico di lacca. Lo studio dei leganti utilizzati per la realizzazione del fondo giallognolo delle lettere domenicali dei codici XIII e XIV si è mostrato problematico: anche in questo caso la fluorescenza non ha potuto fornire informazioni utili, come del resto il micro-Raman. Naturalmente per la caratterizzazione dei leganti organici maggiori informazioni sarebbero ottenibili dall'applicazione di tecniche analitiche microinvasive che richiedono un'azione di campionamento che, come già affermato nella premessa, nel caso delle miniature, deve essere evitato. Tutti questi aspetti costituiscono dei veri e propri limiti conoscitivi delle indagini svolte e rendono attualmente lo studio dei manoscritti miniati antichi ancora lacunoso. Nonostante ciò è stato possibile ottenere informazioni significative riguardanti le tecniche esecutive. Innanzi tutto la rigatura

è stata eseguita secondo la metodologia a colore: le sottilissime righe necessarie per definire lo specchio scrittorio sono state realizzate con inchiostro nero di natura ferro-gallica. Lo stesso tipo di inchiostro è stato utilizzato anche per scrivere i canti sacri all'interno dei corali. I titoli delle domeniche, delle feste, delle ferie, delle ore canoniche, dei testi liturgici, le note di richiamo e di rimando, nonché le rubriche sono realizzati con inchiostro rosso, identificato come cinabro. Questo pigmento è stato sfruttato anche per l'esecuzione dei tetragrammi, che sono stati tracciati durante la fase di rigatura. Per questo motivo risultano sempre visibili al di sotto delle lettere domenicali e delle miniature dei codici. Le indagini hanno permesso inoltre di identificare la tecnica di doratura a foglia, che prevede l'uso di un mordente a base di gesso, biacca e bolo rosso e la successiva stesura della lamina d'oro. Inoltre si è potuta rilevare anche la presenza di solfuro di stagno, non tanto utilizzato come surrogato dell'oro ma come pigmento dalla tonalità gialla. Le parti verdi sono costituite da malachite mentre i pigmenti azzurri utilizzati sono di due tipi: nei corali XIII e XIV si constata la presenza di azzurrite soltanto, mentre nel codice XVIII questo pigmento viene sfruttato per dipingere le parti con colorazione azzurra intensa; le aree di tonalità più chiara sono realizzate invece con lapis. Gli incarnati sono eseguiti per lo più addizionando terre rosso-brune alla biacca, che è il pigmento bianco più utilizzato. La colorazione marrone è ottenuta a partire da terre brune e biacca mentre per le aree grigie vengono sfruttati nero d'ossa e bianco San Giovanni. Nonostante i due miniatori a cui vengono attribuiti i codici siano diversi, le lacche organiche sono state utilizzate in tutti i corali per ottenere colori particolari come il rosa e il viola. Questi coloranti vengono infatti sfruttati per ottenere colorazioni difficilmente ottenibili utilizzando esclusivamente pigmenti inorganici. Infine il fenomeno di ingiallimento presente specialmente nelle carte dei corali XIII e XIV potrebbe essere legato ad un motivo particolare oppure al concorrere di diverse cause. Tra le più plausibili vi sono: alcuni particolari trattamenti che la pergamena ha subito durante la lavorazione, un degrado diffuso, il trascorrere del tempo, oppure l'utilizzo di un particolare tipo di pergamena. Il fondo giallino che caratterizza le lettere miniate dei corali XIII e XIV sembrerebbe correlato alla presenza di materiale organico, probabilmente chiara d'uovo.

BIBLIOGRAFIA

1. *Chimica e biologia applicate alla conservazione degli archivi*, Centro di Fotoriproduzione, Legatoria e Restauro degli Archivi di Stato, Ministero per i beni e le attività culturali, Librerie dello Stato, Roma 2002.
2. Federici C., *La legatura medievale*, Istituto centrale per la Patologia del libro, Editrice Bibliografica, Roma 1993.
3. *I corali del Duomo di Cremona e la miniatura cremonese del Quattrocento* a cura di Felice Zanoni, in *Annali della Biblioteca Governativa Libreria Civica di Cremona*, Monumenta Cremonensia, Athenaeum Cremonese, Cremona 1956.
4. *Il calamo e la figura: il bel libro medievale: mostra bibliografica, 29 aprile-18 giugno 1994*, catalogo a cura di Laura Carlino, Biblioteca Statale di Cremona, Cremona, 1994.
5. Maniaci M., *Archeologia del manoscritto: metodi, problemi, bibliografia recente*, Roma, Viella 2002.
6. Maniaci M., *Terminologia del libro manoscritto*, Istituto Centrale per la Patologia del libro, Editrice Bibliografica, Roma 1996.
7. Rossi L., Federici C., *Manuale di conservazione e restauro del libro*, NIS, Roma 1983.
8. Vignali F., *Studio tramite strumentazione micro Raman portatile di Codici miniati medievali*, Tesi, Parma 2004.
9. Brunello F., "*De arte illuminandi" e altri trattati sulla tecnica delle pittura medioevale*, Neri Pozza Editore, Vicenza, 1992.
10. Plossi Zappalà M., *La miniatura medioevale su pergamena: la tecnica, i pigmenti, il supporto*., in "*Kermes*", n° 12, 56-68.
11. Pacht O., *La miniatura medioevale*, Bollati Boringhieri, Torino, 1987.
12. Bologna G., *Manoscritti e miniature: il libro prima di Gutemberg*, Fenice 2000, Milano, 1994.
13. Marubbi M., *Crema e Cremona, secoli XV-XVI*, in *Codici e incunaboli miniati della biblioteca Civica di Bergamo*, Credito bergamasco, Bergamo, 1989.
14. Marubbi M., *Giovanni Pietro di Cemmo miniatore*, in *Arte in Lombardia*, 2, 1992.

MARTINO CIGNAROLI. GLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA IN S. AMBROGIO

Professor Alberto Cottino[*], Sabrina Camilla Mazzola[**], Dottor Fabio Frezzato[***]

[*] Storico dell'Arte, Via Servais 200 interno E 33, 10146 Torino, 011-7795031, a.cottino@libero.it
[**] Restauratrice, via Balilla 12, 20136 Milano, 02 8372669, sc.mazzola@virgilio.it
[***] Coordinatore Centro Ricerche sul Dipinto - CSG Palladio s.r.l., Strada di Saviabona, 278/1, 36100 Vicenza, 02-36508083, fabio.frezzato@fastwebnet.it

GLI AFFRESCHI[*]

Gli affreschi della cappella di San Giovanni Evangelista (o della Madonna dell'Aiuto), terza della navata sinistra nella basilica di Sant'Ambrogio a Milano, raffigurano nel soffitto *Il Padre eterno e Angeli*, all'interno di riquadri delimitati da pregevoli stucchi , e sulle pareti laterali due scene, una raffigurante il momento in cui Gesù appare a Pietro e questi gli domanda *Domine, quo vadis?* e l'altra, probabilmente, il *Noli me tangere*, cioè due momenti fondamentali della manifestazione di Cristo dopo la Resurrezione.
Gli affreschi, di qualità discreta e resi finalmente leggibili grazie all'accurato restauro eseguito da Camilla Mazzola e collaboratori, sono firmati e datati "Martin Veronese 1699". In un articolo del 1986 suggerivo per primo di sciogliere la lettura della firma in direzione del pittore veronese Martino Cignaroli (1647/48-1726), sia per coerenza stilistica, sia in quanto egli usava firmare proprio "Martin veronese", una paternità in seguito generalmente accettata dai pochi studiosi che hanno trattato di queste opere [1].
Martino Cignaroli apparteneva alla nota dinastia di artisti scaligeri, e fu allievo di Giulio Carpioni nella città natale, ma attivo soprattutto a Milano almeno dal 1683 -anno di un dipinto firmato e datato già nella chiesa di S. Filippo Neri e oggi scomparso- anche in luoghi di notevole prestigio (oltre a S. Ambrogio, si devono citare almeno gli affreschi e le tele in S. Vittore al Corpo e gli affreschi in S. Alessandro). In seguito il pittore si sposta a Crema e poi per diversi anni a Torino, dando origine al ramo piemontese della famiglia cui appartennero, oltre a Scipione, paesaggista di corte dei Savoia fino al 1753, anno della morte, il nipote Vittorio Amedeo (1730-1800), celebre paesaggista attivo lungamente per la corte sabauda, e il pronipote Angelo (1767-1842), con cui si estingue il ramo, anch'egli autore di paesaggi e vedute di qualità più modesta [2].



Figura 1. *Padre Eterno e Angeli*, volta, dopo il restauro.

I documenti relativi alla cappella ritrovati e studiati recentemente da Andrea Spiriti [3] non riportano il nome del Cignaroli come autore degli affreschi, ma confermano induttivamente la datazione, in quanto il 23 agosto 1698 Isidoro Pusterla si impegna con Ortensio Visconti a ornare e decorare di *tabulis pictis* la cappella. La

condivisibile conclusione dello studioso è che anche questi affreschi potessero rientrare nell'ambito del rinnovamento generale della cappella (decorata precedentemente con tele di Francesco Cairo).

Riguardando ora, a distanza di anni, ed in condizioni di lettura infinitamente migliori le scene delle pareti, nonostante i numerosi danni e i restauri subiti (quelli precedenti a quest'ultimo databili al 1954 e al 1980, in cui si verificarono estese ridipinture), mi pare che si possano meglio valutare le qualità di Martino Cignaroli, che ci appare non scevro di mestiere e di abilità (a luce radente, tra l'altro, si scorgono bene le incisioni realizzate dal pittore sull'intonaco, che creano una veloce e sommaria struttura delle figure, anche con visibili pentimenti, ad esempio nel piede della donna –forse Maddalena- accanto a Cristo, spostato un po' più a destra nella redazione finale). Cignaroli ci appare capace di lavorare con una paletta gioiosamente schiarita, che ingentilisce la sua maniera accademica (legata a mio avviso in particolare allo stile di Filippo Abbiati), inserendo le figure in maestosi ed avvolgenti paesaggi boscosi. Le scene acquistano così un respiro ed un'ampiezza inusuale nel pittore, configurandosi così tra le sue opere meglio riuscite. Le quinte arboree mostrano le sue buone capacità nella pittura di paesaggio, genere che pare praticasse anch'egli quantomeno saltuariamente, stando a quanto ci raccontano le fonti soprattutto presso la corte sabauda, ma che sarà specialità del figlio Scipione (e forse qualche eco di queste opere, come il grosso albero dal tronco diagonale nel *Domine, quo vadis?*, si recupera nei paesaggi del figlio) e soprattutto del nipote Vittorio Amedeo, quest'ultimo da considerarsi uno dei grandi paesaggisti padani del Settecento.

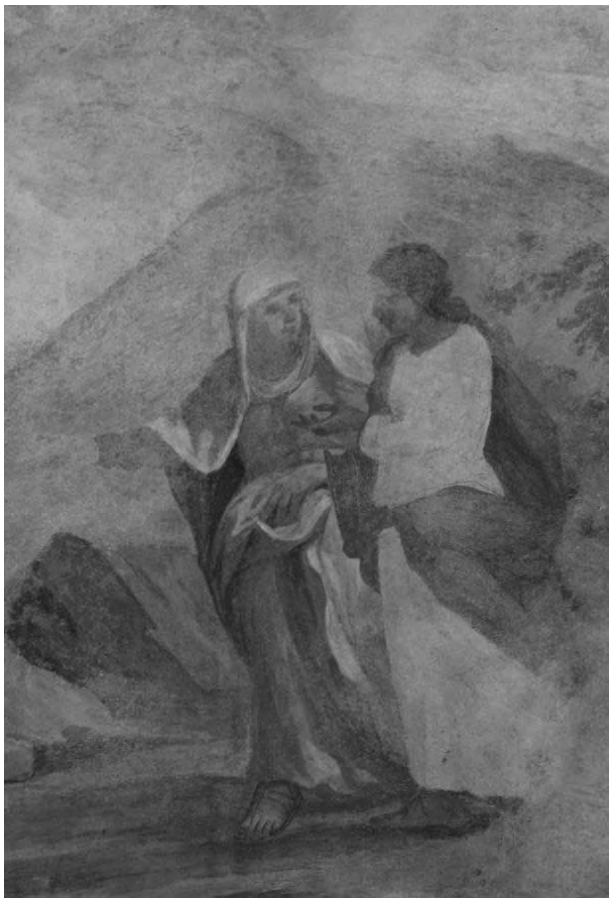




Figura 2. *Noli me tangere*, parete destra, dopo il restauro.
Figura 3. "MARTIN VERONESE F. 1699", part. della parete sinistra riportato alla luce dall'intervento di restauro.







Figure 4, 5 e 6. Particolari a luce radente.

INTERVENTO DI RESTAURO**
DIPINTI MURALI

1. E' stata effettuata una **preliminare documentazione grafica** e **fotografica** dello stato durante tutte le fasi di lavorazione: riprese della superficie dipinta (luce incidente, luce radente, luce U.V., con documentazione scientifica ed analitica in allegato) per testimoniare il livello e la tipologia di degrado presenti sull'opera.
2. **Preventivo consolidamento** per la fermatura delle scaglie pericolanti tramite applicazioni di alcol polivinilico (GELVATOL) diluito al 10% in acqua, dopo aver effettuato i test preventivi, valutando l'efficacia del materiale.

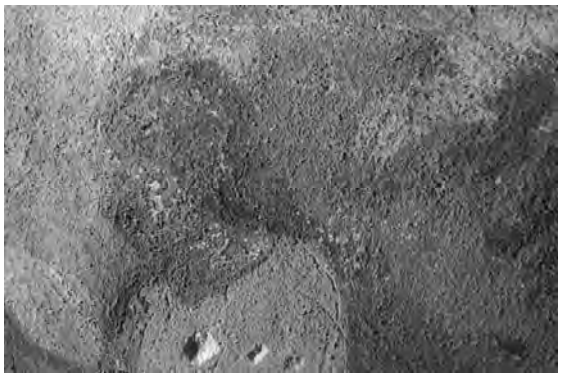



Figure 7 e 8. Distaccamento di scaglie di colore, stato conservativo prima del restauro.

3. Leggera **pulitura** della superficie dipinta rimuovendo, con pennelli morbidi, tutti i depositi di polvere, ragnatele e vari materiali estranei depositati sulla superficie.
4. La fase di pulitura ha previsto anche la **rimozione** superficiale dei **sali solubili** mediante impacchi di acqua demineralizzata supportata da carta (polpa di cellulosa).
5. Il **consolidamento dei distacchi di intonaco** dalla muratura è avvenuto mediante iniezioni localizzate di malta idraulica pozzolanata.
6. Considerando la quantità minima di materiali consolidanti impiegati in precedenza, è stato possibile effettuare il **consolidamento** della pellicola pittorica tramite varie nebulizzazioni di acqua di calce, per ridare coesione alle zone di colore che risultavano impoverite e degradate.
7. La **pulitura della policromia** è stata studiata analizzando l'opera, la tecnica di esecuzione e gli interventi precedenti, eseguendo alcuni tasselli di pulitura al fine di valutare il metodo d'intervento più idoneo. Per la rimozione dei depositi (nero fumo e pulviscolo atmosferico) sono state utilizzate spugne Wishab, mentre, laddove sono stati individuati residui di materiale consolidante, (utilizzato nel precedente intervento di restauro, probabilmente Paraloid), è stato necessario intervenire con una pulitura chimica, con impacchi di Acetone; questa fase ha interessato anche tutte le reintegrazioni cromatiche eseguite nei precedenti interventi. Il livello di pulitura raggiunto e la metodologia impiegata sono state concordate con la Direzione Lavori.




Figura 9 e 10. Tasselli di pulitura.

8. **Rimozione delle stuccature** realizzate nei precedenti restauri: in questa fase sono stati individuati due interventi, caratterizzati dall'utilizzo di materiali differenti; quello più antico presentava stuccature costituite da malta, coerenti al supporto originario; quello più recente presentava stuccature costituite da gesso legato con una percentuale di materiale acrilico. Le stuccature più antiche sono state mantenute, quelle più recenti rimosse.



Figura 11. Rimozione delle stuccature non a livello.

9. **Stuccatura** delle lacune di intonachino con un impasto ottenuto miscelando sabbia di colore e di granulometria simile all'intonaco originale, legata con calce idrata; per imitare il tono dell'intonaco originale è stata aggiunta all'impasto una percentuale di polvere di marmo (farina fossile). Le stuccature sono state eseguite a livello per creare una continuità di lettura della superficie.
10. **Le reintegrazioni** delle stuccature e delle lacune di policromia sono state realizzate con colori stabili alla luce (acquerelli Winsor e Newton), applicati con tecnica a rigatino per rendere l'intervento riconoscibile ad una attenta analisi visiva.
11. A fine intervento è stato steso sulla superficie policroma un **film protettivo** ottenuto nebulizzando alcool polivinilico (Gelvatol) opportunamente diluito. La buona stabilità del materiale sopra indicato e la sua facile rimozione dalla superficie non comporteranno problemi per eventuali interventi futuri.

STUCCHI

1. **Documentazione grafica** e **fotografica** durante tutte le fasi di lavorazione: riprese della superficie decorata (luce incidente, luce radente, luce U.V., eventuale documentazione scientifica ed analitica) per testimoniare il livello e la tipologia di degrado presenti sull'opera.
2. **Il consolidamento *dell'ultimo strato di materia*** *costituito da foglia oro a missione alternato da finiture a tempera color grigio chiaro* è avvenuto attraverso successive stesure di Primal AC 33 diluito al 10% in acqua e applicato a pennello interponendo carta giapponese .

3. La **pulitura della policromia,** con rimozione dei depositi di polvere, ragnatele e vari materiali estranei depositati in superficie, è stata eseguita con pennelli morbidi e spugne Wishab. Un'ulteriore pulitura è avvenuta con impacchi di acetone laddove la superficie presentava residui di materiale consolidante applicato in occasione del precedente intervento di restauro; tale fase ha previsto anche la **rimozione** superficiale dei **sali solubili** mediante impacchi di acqua demineralizzata supportata da polpa di cellulosa. (.?)*La ridipintura nerastra a tempera sulle ali dei cherubini posti in corrispondenza dei cornicioni, è stata rimossa a tampone con triammonio citrato (saliva sintetica).* Il livello di pulitura raggiunto e la metodologia impiegata sono state concordate con la Direzione Lavori.
4. **Stuccatura** delle lacune di superficie e riproposizione dei volumi originali mancanti e ricostruibili; è stato utilizzato un impasto ottenuto miscelando polvere di marmo, legata con calce idrata, ad imitazione della tecnica di esecuzione originale.
5. **Le reintegrazioni** delle stuccature e delle lacune di policromia saranno realizzate con una stesura di bolo armeno imitando la tonalità cromatica dell'oro (seguendo le indicazioni della Soprintendenza).
6. Stesura di **film protettivo finale** utilizzando cera microcristallina, opportunamente trattata, applicata a pennello e lucidata con pennelli a setole morbide e panno di lana, ad imitazione delle tecnica generalmente impiegata sugli stucchi eseguiti in questo periodo.





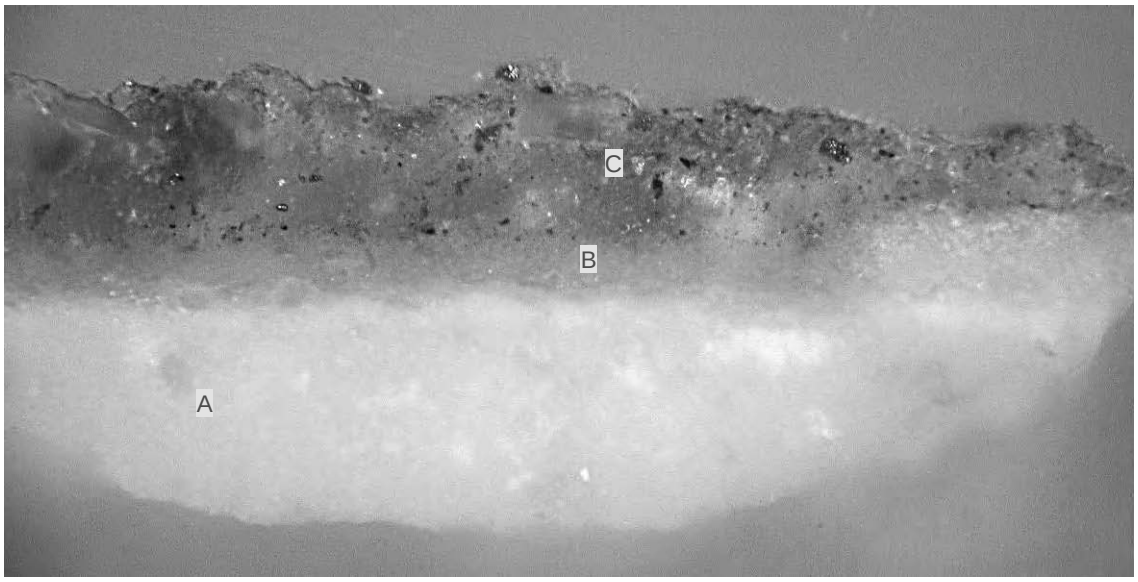
Figure 12 e 13.

ANALISI MICROSTRATIGRAFICHE SU CAMPIONI DI STUCCO NELLA CAPPELLA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA IN S. AMBROGIO***

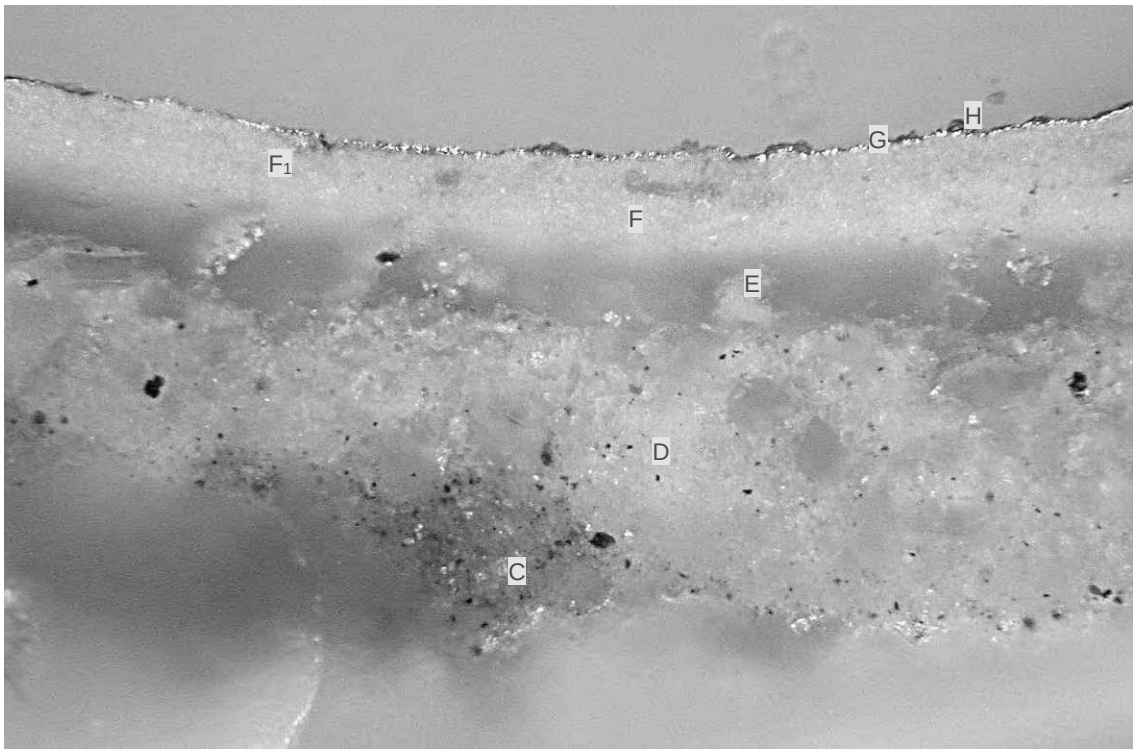
Su tre microcampioni prelevati dagli stucchi e ridotti in sezione microstratigrafica lucida sono state eseguite analisi per la caratterizzazione dei materiali presenti nei diversi strati, sulla base di un protocollo comprendente la microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta, la microscopia elettronica a scansione e la microspettrofotometria FTIR[4].
In tutti i campioni lo stucco contiene carbonato di calcio e magnesio derivato dall'utilizzo di calcari dolomitici. Nel campione **3** verso la superficie si nota una lisciatura di calce (magnesiaca). È possibile ipotizzare che il supporto a stucco osservato nei tre campioni appartenga alla stessa fase esecutiva, che potrebbe corrispondere a quella più antica.
Nei campioni **1** e **2** lo stucco carbonatico è ricoperto da uno strato bianco di gesso.

- Al di sopra del supporto nel **campione 1** si trova una stesura pittorica (strato C) costituita da una miscela di cui entrano a far parte gesso, ematite e barite (solfato di bario). Quest'ultima, solitamente associata al bianco di bario introdotto nell'uso pittorico verso i primi decenni del XIX secolo, è invece qui presente in forma di minerale naturale macinato grossolanamente e utilizzato come pigmento dalla tinta azzurrognola (dovuta alla presenza di piccole percentuali di cobalto presenti nel reticolo cristallino). In questo modo l'esecutore, che potrebbe anche essere l'artefice della decorazione originaria, della decorazione ha certamente inteso rinforzare la sfumatura violacea dell'ematite.
- Il **campione 2** sopra gli strati del supporto a stucco (A e B), evidenzia uno strato grigiastro (C) di biacca, barite e ocre. In questo caso però la barite sembra riferibile a bianco di bario, usato, in genere insieme alla biacca o al bianco di zinco, non prima del XIX secolo. Lo strato successivo D, molto più chiaro di C, contiene soprattutto gesso, con piccole aggiunte di biacca, barite, nero carbone e ocre. Gli strati E, F e G sono funzionali al trattamento di doratura: in particolare E rappresenta è l'adesivo costituito da una resina terpenica che all'analisi FTIR mostra assorbimenti che si ritrovano nello spettro del copale. Una doppia mano di oli pigmentati con biacca e ocre (F_1 e F_2) separa il letto di resina dalla sottile lamina d'oro (G).

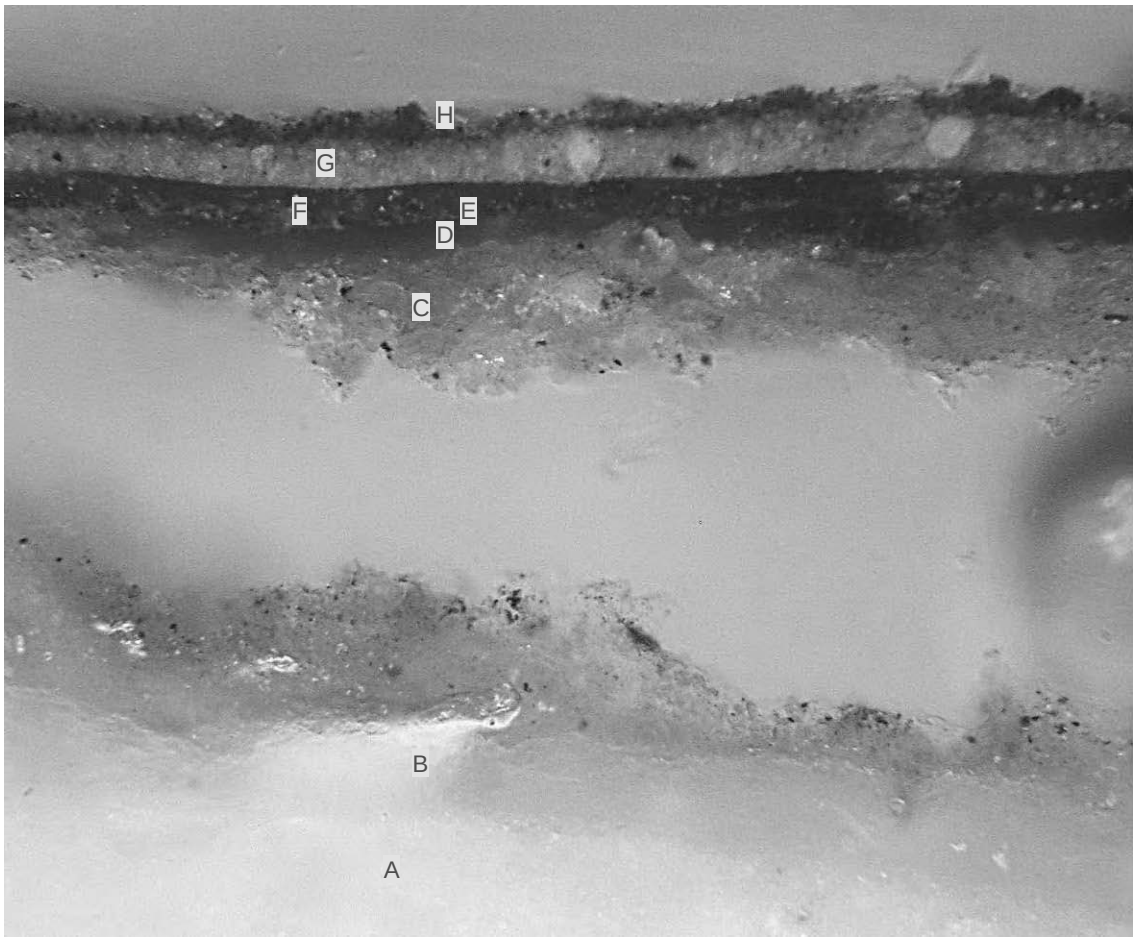
– La sezione lucida del **campione 3**, sopra lo stucco evidenzia una stesura di gesso pigmentato con ocre bruno arancio (C), ricoperta da uno strato di shellac (D). Una sottile stesura costituita da ocre, barite e pigmento nero (E) precede nella sequenza un'ulteriore strato di shellac (F). Conclude la sequenza stratigrafica uno strato costituito da biacca, barite e ocre in legante oleoso (G).. È molto probabile che l'insieme degli strati C-F appartenga alla medesima fase esecutiva (ottocentesca) in cui forse si desiderava accentuare i valori chiaroscurali nelle parti più piatte delle penne delle ali dell'angioletto. La stessa ipotesi è meno sicura per lo strato G, che potrebbe anche essere assegnabile a un successivo intervento.



Campione 1 - Microfoto della sezione lucida al microscopio ottico in luce riflessa a 480 x.



Campione 2 - Microfoto di un'area del frammento superiore del campione in sezione lucida del frammento al microscopio ottico in luce riflessa a 480 x.



Campione 3 - Ingrandimento di un'area della sezione lucida a 480x

NOTE

[1] Si veda A. Cottino, Problemi di cultura figurativa lombarda tra '600 e '700: gli affreschi della cappella di S. Filippo Neri nel Duomo di Asti; l'opera di Martino Cignaroli tra Milano, Crema e Torino, in "Antichità Viva", 5-6, 1986, pp. 34 -42.
[2] Sulla famiglia Cignaroli e in particolare su Vittorio Amedeo si vedano A. Cottino, a cura di, Vittorio Amedeo Cignaroli. Un paesaggista alla corte dei Savoia e la sua epoca, catalogo della mostra, Torino 2001 e Id., Vittorio Amedeo Cignaroli. La seduzione del paesaggio, catalogo della mostra, Torre Canavese (Torino), 2007.
[3] A. Spiriti, Cappella di san Giovanni Evangelista, in La Basilica di S. Ambrogio: il tempio ininterrotto, a cura di M.Luisa Gatti Perer, Milano 1995, p. 534. Si vedano anche S. Coppa, La cultura figurativa nella basilica di S. Ambrogio nel Seicento e nel Settecento, ibid., p. 480; ead., in La Basilica di Sant'Ambrogio in Milano. Guida Storico Artistica, Milano 1997, p. 88.
[4] Per le analisi in microscopia elettronica a scansione si è utilizzato un ESEM mod. *Quanta 200* (FEI Company, USA); per quelle microspettrofotometriche di uno spettrofotometro FTIR *Avatar* accoppiato a un microscopio FTIR *Continµum* con dispositivo micro ATR di tipo slide-on a cristallo di silicio (Thermo Nicolet, USA).

ALLESTIMENTO DI UNA COLLEZIONE LICHENO-PETROGRAFICA PRESSO L'ERBARIO CRITTOGAMICO DI TORINO PER LO STUDIO DEL BIODETERIORAMENTO DI ROCCE E MATERIALI LAPIDEI

Claudia Gazzano[*], Sergio E. Favero Longo[*], Enrica Matteucci[*], Daniele Castelli[**] & Rosanna Piervittori[*]

[*] Dipartimento di Biologia Vegetale -CEBIOVEM, Università degli Studi di Torino, viale Mattioli 25, 10125, Torino, +390116705933; claudia.gazzano@unito.it, sergio.favero@unito.it, enrica@matteucci.to.it, rosanna.piervittori@unito.it

[**] Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche, Università degli Studi di Torino, via Valperga Caluso 35, 10125, Torino, +390116705105; daniele.castelli@unito.it

Abstract

Decennali ricerche hanno messo in luce il significativo ruolo dei licheni nei processi di biodeterioramento dei materiali lapidei, suscitando un progressivo interesse nel campo della Salvaguardia dei Beni Culturali. Tecniche di osservazione ed analisi sempre più avanzate applicate a materiale in sezione hanno in particolare consentito di indagare i diversi aspetti relativi ai processi biogeofisici e biogeochimici, esaminando ora la componente lichenica e le sue modalità di sviluppo in superficie e in profondità, ora le componenti minerali del substrato interessate dalla colonizzazione e le eventuali trasformazioni ad esse incorse.

L'applicazione di tecniche istologiche, in particolare la colorazione secondo il metodo PAS (Acido Periodico di Schiff), su sezioni lucide ha in particolare permesso di acquisire mediante osservazioni in microscopia ottica informazioni relative alla componente ifale di penetrazione (HPC) di diverse specie licheniche, epilitiche e endolitiche, in diversi litotipi di interesse in ambito artistico e architettonico (*e.g.* profondità di penetrazione e organizzazione ifale nel substrato).

L'allestimento di sezioni sottili consente altresì di integrare lo studio della componente lichenica con l'analisi petrografica del materiale lapideo. Osservazioni ed analisi in microscopia ottica ed elettronica su tali preparati permettono in particolare una valutazione della modalità di penetrazione in relazione alla struttura della roccia, dell'influenza della struttura cristallina dei minerali sull'interazione con le ife, la localizzazione di eventuali depositi microcristallini all'interno del tallo o all'interfaccia con il substrato e la realizzazione di microanalisi relative alla composizione dei minerali interessati dalla presenza ifale.

Nel presente progetto, materiale in sezione lucida e sottile raccolto nel più che decennale percorso di ricerca sull'interazione lichene-substrati litici dall'Unità di Lichenologia dell'Università Torino (ISO 9001:2000; certificato 15456/06/S) è stato organizzato in una Collezione a scopo conservativo, didattico e ostensivo, inserita nell'ambito dell'Erbario Crittogamico (HB-TO *Cryptogamia*). Oltre 160 sezioni sottili e 130 sezioni lucide relative a 36 specie licheniche e 14 fra litotipi (arenarie, calcari organogeni, eclogiti, gneiss, graniti, marmi, metabasalti, metagabbri, quarziti, rodingiti, serpentiniti ± asbestifere, travertini) e materiali edilizi (cementi-amianto, malte), sono state catalogate unitamente a campioni mesoscopici rappresentativi e alle matrici relative alle diverse sezioni, potenzialmente utilizzabili per l'allestimento di ulteriori preparati per la ricerca. Data la diffusione delle specie e l'interesse in ambito storico-artistico di alcuni dei materiali raccolti, l'avvio di tale Collezione si propone come innovativo riferimento per la consultazione a fini applicativi e didattici nel campo della Conservazione dei Beni Culturali in ambienti aperti e semiconfinati. La Collezione è aperta, nella tradizione museografica, alle integrazioni da altre realtà lichenologico-petrografiche.

Introduzione

La colonizzazione biologica è attualmente considerata uno dei principali fattori di rischio per la conservazione delle opere di interesse artistico e architettonico che, a seconda dei materiali utilizzati e dell'ubicazione, rappresentano potenziali nicchie per lo sviluppo di molteplici forme viventi macro- e/o microscopiche. I materiali lapidei, in particolare, al di là di un'apparente limitazione della colonizzazione vegetale superiore, spesso ristretta alla presenza di poche entità pioniere delle fessure, possono ospitare articolate comunità biologiche, caratterizzate da organismi microscopici come batteri, cianobatteri, alghe e funghi non lichenizzati (*e.g.* Tomaselli et al., 2000; Crispim & Gaylarde, 2004; Hoffland et al., 2004; St. Clair & Seaward, 2004). In tale ambito, tuttavia, è soprattutto la presenza di licheni ad avere fino ad ora concentrato le maggiori attenzioni della ricerca, trovando riscontro in oltre 650 pubblicazioni (vedansi le *reviews* bibliografiche di Piervittori et al., 1994, 1996, 1998, 2004a, b). Sostanzialmente limitata agli ambienti esterni, la colonizzazione lichenica è infatti notoriamente responsabile di processi biogeofisici e biogeochimici (*sensu* Silverman, 1979) che contribuiscono al progressivo degrado dei materiali lapidei (*e.g.* Nimis et al., 1992; Adamo & Violante, 2000; Chen et al., 2000; St. Clair & Seaward, 2004).

Tecniche microscopiche e spettroscopiche sempre più avanzate hanno permesso di rilevare diversi fattori coinvolti nell'azione biodeteriogena dei licheni, evidenziando in tempi recenti come non solo i principali componenti della simbiosi (micobionte e fotobionte), ma anche altri microrganismi associati al microcosmo di interfaccia (batteri, funghi e alghe libere) possano esercitare un ruolo fondamentale nell'interazione con il substrato (*e.g.* de los Ríos et al., 2005; de los Ríos & Ascaso, 2005). Molte sono le conoscenze acquisite riguardo ai possibili processi di degrado, come l'azione chelante e acidificante di metaboliti primari (*in primis* l'acido ossalico) e secondari (*e.g.* Ascaso et al., 1976; Turci et al., 2007), la penetrazione in profondità della componente ifale di penetrazione (HPC *sensu* Favero-Longo et al., 2005a), la presenza all'interfaccia di sostanze polimeriche extracellulari (EPS) (de los Ríos & Ascaso, 2005). I risultati acquisiti, tuttavia, appaiono nel contempo ancora fortemente disomogenei per essere di riferimento nella definizione di priorità e modalità di intervento nella gestione concreta della conservazione e valorizzazione dei Beni Culturali. Gli effetti dei licheni sui lapidei appaiono infatti estremamente variabili a seconda del caso considerato, al punto da alimentare divisioni anche fra gli esperti del settore nel momento in cui alla loro presenza viene addirittura associato non un ruolo di deterioramento, ma di bioprotezione da altri possibili fattori di degrado (Seaward, 2004, con bibl. rel.).
Diverse ricerche suggeriscono che la variabilità riscontrata negli effetti della colonizzazione sia per larga parte riconducibile al variare delle specie licheniche e dei litotipi considerati (Adamo & Violante, 2000; St. Clair & Seaward, 2004). La modalità di crescita epilitica o endolitica rappresenta un primo fattore specifico coinvolto nella definizione della tipologia e delle ricadute dell'interazione fra licheni e substrato (Pinna et al., 1998). Lo sviluppo in profondità e l'organizzazione della componente ifale di penetrazione sono inoltre variabili fra specie e specie (Favero-Longo et al., 2005a), così come la presenza di strutture ifali particolari all'interno del substrato (Pinna et al., 1998). La composizione mineralogica e le caratteristiche microstrutturali sono poi assolutamente determinanti nell'influenzare le modalità di colonizzazione e penetrazione lichenica dei diversi litotipi, ora più soggetti ora meno agli effetti biodeteriogeni dei licheni (Favero-Longo et al., 2005a). La costruzione di un sistema di riferimento per inquadrare il potenziale degrado legato alla colonizzazione lichenica dei substrati lapidei non pare dunque poter prendere altro avvio che dalla considerazione di come le diverse specie agiscano come agenti di biodeterioramento sui diversi litotipi. In tale contesto, lo studio del materiale in sezione, allestito conservando gli originali rapporti spaziali fra lichene e substrato, consente una valutazione sia degli effetti biogeofisici e biogeochimici della colonizzazione sia dei fattori potenzialmente coinvolti nell'azione di degrado.
L'applicazione di tecniche istologiche, in particolare la colorazione secondo il metodo PAS (Acido Periodico di Schiff: Whitlach & Johnson, 1974), su sezioni lucide (*sensu* UNI 10922, 2001) ha permesso di acquisire mediante osservazioni in microscopia ottica informazioni relative alla HPC di diverse specie licheniche in diversi litotipi utilizzati in ambito monumentale (Fig. 1). La colorazione PAS, evidenziando la presenza ifale nel substrato, consente infatti non solo di valutarne l'estensione in profondità, ma anche di cogliere l'organizzazione delle ife in strutture più o meno complesse come fasci e gomitoli ifali (Pinna et al., 1998; Favero-Longo et al., 2005a).

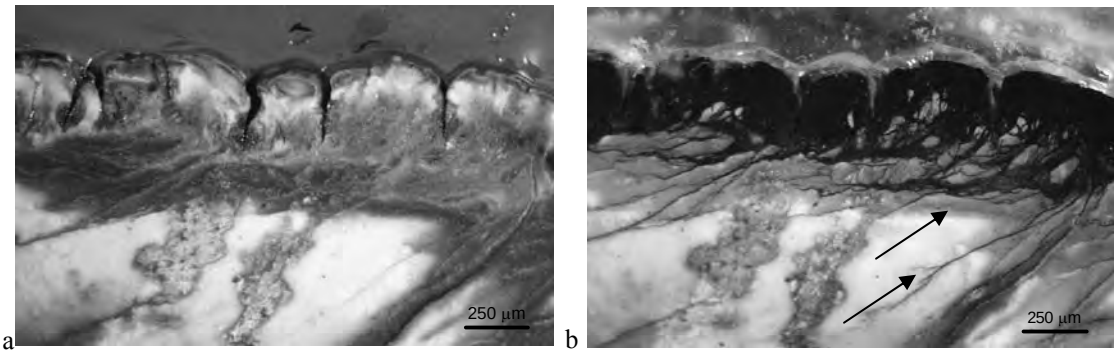


Fig. 1a- 1b. Sezione lucida di serpentinite colonizzata da *Lecanora rupicola*, prima (a) e dopo (b) la colorazione secondo il metodo PAS, che evidenzia le modalità di sviluppo della componente ifale di penetrazione (HPC).

L'allestimento di sezioni sottili, analoghe a quelle utilizzate in ambito petrografico, ma tali da preservare la componente lichenica (Piervittori et al., 1991), consente di integrare lo studio della HPC con l'analisi petrografica del materiale lapideo (Fig. 2). Osservazioni ed analisi in microscopia ottica ed elettronica su tali preparati permettono in particolare: (a) una valutazione della modalità di penetrazione in relazione alla struttura della roccia; (b) lo studio dell'influenza della struttura cristallina dei minerali sull'interazione con le ife; (c) la valutazione della disgregazione del substrato in corrispondenza della HPC; (d) la localizzazione di eventuali depositi microcristallini all'interno del tallo o all'interfaccia; (e) la realizzazione di microanalisi relative alla

composizione dei minerali interessati dalla presenza ifale (Favero-Longo et al., 2005b). Le sezioni sottili possono essere inoltre utilizzate per la realizzazione di analisi *in situ* per l'identificazione di significative concentrazioni di metaboliti lichenici e per la determinazione mineralogica di fasi di neoformazione all'interfaccia, utilizzando tecniche di microscopia e spettroscopia avanzate quali micro-spettroscopia Raman (Favero-Longo et al., 2005b) e microscopia laser confocale a scansione (CLSM: Wierzchos & Ascaso, 2001).

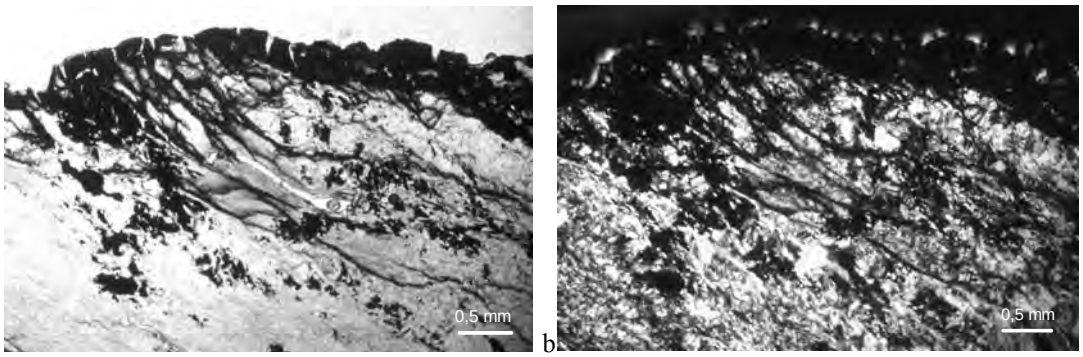


Fig. 2a- 2b. Sezione sottile di serpentinite colonizzata da *Sporastatia testudinea* (osservazione in microscopia ottica in luce polarizzata: a, solo polarizzatore; b, polarizzatori incrociati).

Sezioni sottili e sezioni lucide rappresentano dunque un fondamentale materiale di riferimento per lo studio delle modalità e degli effetti dell'interazione fra diverse specie licheniche e diversi litotipi, potenzialmente utile per la definizione del rischio dovuto alla colonizzazione lichenica in diverse situazioni di interesse nel campo della conservazione dei Beni Culturali. In tal senso, l'Unità di Lichenologia dell'Università Torino (ISO 9001:2000; certificato 15456/06/S), a seguito di un più che decennale percorso di ricerca sull'interazione lichene-substrati litici, ha avviato un progetto per l'organizzazione sotto forma di Collezione a scopo conservativo, didattico e ostensivo, inserita nell'ambito dell'Erbario Crittogamico (HB-TO *Cryptogamia*), dei materiali in sezione. Nel seguito, vengono illustrate le principali caratteristiche dell'innovativa Collezione, di cui non risulta agli autori analoga corrispondenza presso altre sedi.

Materiali e metodi

Le sezioni lucide [1] presenti nella Collezione sono allestite secondo quanto riportato in Favero-Longo et al. (2005a) (cfr. anche Pinna et al., 1998; UNI 10922, 2001). La procedura prevede, in una prima fase, il taglio di frammenti litici con assi principali da 20 x 20 x 4 mm a 40 x 40 x 8 mm, mostranti ai margini di una delle facce maggiori, precedentemente spianata, un tallo in sezione trasversale (sezioni piano-perpendicolari rispetto alle superfici litiche colonizzate da licheni); la realizzazione del taglio sotto acqua corrente riduce il distacco della componente tallina dal substrato. Dopo una successiva fase di totale essiccazione, il campione viene inglobato in una resina poliestere, il più possibile ialina, all'interno di opportuni stampi circolari di polietilene (sono eventualmente utilizzabili tappi da bottiglia o damigiana). Dopo 24-26 ore i dischi di poliestere ormai induriti possono essere estratti dallo stampo e lucidati sotto acqua corrente, utilizzando gradazioni progressive di carta abrasiva (e.g. da P180 a P1200). Le sezioni, una volta risciacquate, possono essere osservate allo steromicroscopio o con un microscopio a luce riflessa, offrendo una particolare resa se coperte con un sottile velo d'acqua.
Le sezioni sottili presenti nella Collezione sono allestite secondo quanto proposto in Piervittori et al. (1991). La procedura prevede, in una prima fase, la fissazione del lichene al substrato mediante l'applicazione di poche gocce di cianocrilato alla superficie del tallo. Il materiale litico viene quindi tagliato in frammenti analoghi a quelli utilizzati per l'allestimento delle sezioni lucide, quindi inclusi in resina epossidica (miscela di Araldite M e Epon 812) e portati mediante operazioni successive di taglio e levigatura ad uno spessore il più possibile prossimo allo standard petrografico di 30 μm. Tali sezioni possono essere successivamente osservate in microscopia ottica a luce trasmessa polarizzata. Sezioni sottili mantenute scoperte possono essere utilizzate per analisi microanalitiche, ad esempio in microscopia elettronica combinata con sistemi analitici in dispersione di energia (EDS) e/o in dispersione di lunghezza d'onda (WDS).
L'applicazione di tecniche di colorazione istologica ad entrambe le tipologie di sezioni, in particolare la colorazione PAS (Whitlach & Johnson, 1974), consente un'ottima visualizzazione della colonizzazione lichenica interna al substrato.



Fig. 3a-b-c. Set di sezioni lucide (a), sezioni sottili (b) e matrici corrispondenti (c) relative alla colonizzazione di licheni su marmo, serpentinite e malta, in ciascuna immagine rispettivamente in alto a sinistra, in alto a destra ed in basso (barra: 2cm).

Le sezioni sono state catalogate unitamente a campioni mesoscopici rappresentativi e alle matrici di taglio, potenzialmente utilizzabili per l'allestimento di ulteriori preparati per la ricerca.
La Collezione, inserita negli spazi destinati all'Erbario Crittogamico, è stata organizzata e catalogata in base ai diversi substrati litici. Per ciascun substrato, le sezioni lucide e quelle sottili sono raccolte in contenitori separati appositamente predisposti, rispettivamente identificati con la sigla del litotipo e la tipologia delle sezioni; i campioni mesoscopici e le matrici sono riordinati separatamente sulla base dei medesimi criteri. Le sezioni conservano la sigla di identificazione originaria, assegnata nelle fasi di ricerca nell'ambito delle quali sono state allestite, associata ad una ulteriore codificazione appositamente predisposta ai fini dell'organizzazione del sistema di archiviazione.
Le informazioni relative ai campioni sono attualmente strutturate in tabelle di utilità, costituenti la struttura fondamentale del sistema di archiviazione informatizzata in fase di preparazione. Schede relative ai diversi campioni, attualmente in fase di realizzazione, riportano informazioni relative a: (a) origine del campione, (b) rilevatore; (c) litotipo; (d) specie licheniche; (e) determinatore; (f) responsabile dell'allestimento della sezione; (g) caratteristiche petrografiche e lichenologiche della sezione, eventualmente corredate di fotografie.
L'elenco completo dei campioni e le modalità per la consultazione della collezione sono riportate come *link* sulla pagina *Web* dell'Erbario Crittogamico:
http://web086.unito.it/cgi-bin/bioveg/documenti.pl/Show?_id=3834

Descrizione della Collezione

La Collezione di materiale in sezione relativa all'interazione licheni-substrati litici include attualmente 169 sezioni sottili e 135 sezioni lucide, relative a 36 specie licheniche e 13 fra litotipi e materiali edilizi (Tab. 1).
Le sezioni conservate riflettono i principali casi di studio affrontati dall'Unità Lichenologica dell'Università di Torino dal principio degli anni '90, includendo così molteplici litotipi per lo più originari del territorio piemontese e valdostano. Una parte delle sezioni è stata realizzata a partire da lapidei in opera, mentre una parte è stata realizzata su materiale prelevato nell'ambiente naturale.
Oltre 100 sezioni relative alla colonizzazione lichenica di rocce ultramafiche serpentinizzate (serpentiniti) rappresentano il nucleo centrale della collezione. Lo studio relativo a tale litotipo è stato articolato a partire dal 2000 cogliendo sia gli aspetti relativi all'azione pedogenetica dei licheni in ambienti d'alta quota (Favero-Longo et al., 2005a) sia l'azione di alterazione di minerali fibrosi (asbesti e minerali asbestiformi), spesso presenti in tali rocce e di interesse per le note problematiche nel campo della "salute ambientale" (Favero-Longo et al., 2005b). Le serpentiniti sono state ampiamente utilizzate anche in ambito architettonico e monumentale, come testimoniato dai Castelli Medioevali della Valle d'Aosta (*e.g.* castello di St. Germain, Piervittori et al., 1991) e dalla Sacra di San Michele (Torino). La colonizzazione è stata presa in esame sia per specie caratteristiche degli ambienti poco disturbati d'alta quota (*e.g. Sporastatia testudinea, Lecidea atrobrunnea*), sia per specie tolleranti condizioni medie di eutrofizzazione (*e.g. Rhizocarpon geographicum* s.l., presente su diversi castelli valdostani), sia a più decisa tendenza sinantropica (*e.g. Xanthoria elegans*).
Un secondo nucleo della Collezione include altre rocce metamorfiche silicatiche di origine alpina, frequentemente utilizzate nell'architettura tradizionale delle vallate delle Alpi Occidentali, ma anche nella realizzazione di opere di interesse artistico. E' il caso delle prasiniti (metabasalti), utilizzate per le statue di S. Grato e S. Gilberto a Verrès (Aosta) oltre che nei castelli medioevali valdostani (*e.g.* castelli di Graines e di Cly) e nella Sacra di San Michele (Torino), e delle eclogiti, utilizzate, ad esempio, nella statuaria funebre del cimitero monumentale di Oropa (Biella). Anche in questo caso, le specie licheniche esaminate sono quelle dominanti

nell'area alpina su rocce silicatiche, come *Rhizocarpon geographicum* s.l., la cui presenza è tuttavia documentata anche sui medesimi litotipi in opera, ad esempio proprio nei castelli valdostani (Piervittori et al., 1991).
Nell'ambito dello studio della colonizzazione lichenica dell'area romana di Libarna (Alessandria), sezioni sottili sono state allestite per diverse specie sinantropiche quali *Lecanora muralis* e *Verrucaria nigrescens* su arenarie e calcari.
Il nucleo maggiore di sezioni relative a litotipi carbonatici interessa tuttavia specie endolitiche: la colonizzazione di *Bagliettoa baldensis, Verrucaria marmorea, Petractis causa, Acrocordia conoidea, Caloplaca albopruinosa* e *Rinodina immersa* è stata esaminata su calcari fossiliferi del Carso triestino (Grotta del Gigante, Cernizza, Gropada), ampiamente utilizzati nell'architettura del Triveneto. Nell'ambito di uno studio in cui è stata riprodotta *in vitro* la colonizzazione lichenica di substrati carbonatici da parte dei micobionti di specie licheniche endolitiche isolate in coltura, sono state allestite sezioni lucide per i micobionti di *B. baldensis* e *V. marmorea* incubati con frammenti dei marmi di Pont Canavese, Chianocco, Foresto (Torino) e Ornavasso (Verbano-Cusio-Ossola) (Favero-Longo et al., 2006). Si tratta di lapidei ampiamente utilizzati nell'architettura piemontese (Marmi di Chianocco e Foresto: Arco di Susa, facciate di Palazzo Madama e del Duomo a Torino; Marmo di Ornavasso: Absidi delle chiese di S. Carlo e S. Cristina in piazza CLN a Torino) e lombarda (Marmo di Ornavasso: Duomo di Milano, Certosa di Pavia), oltre che nella statuaria locale (Marmo di Pont: statuaria sabauda).
Sezioni lucide e sottili sono state anche realizzate per campioni di travertino prelevati nell'area del Teatro romano di Aosta relativamente alla colonizzazione da parte delle specie dominanti nel sito archeologico, *Caloplaca crenulatella* e *Verrucaria macrostoma*.
La collezione include infine sezioni di leganti colonizzati da licheni, allestite a partire da materiale prelevato dallo stesso Teatro romano di Aosta e da alcuni castelli valdostani. Specie di riferimento su questi materiali è *Candelariella vitellina*, specie nitrofila, anche caratterizzante le sezioni allestite da lastre di cemento-amianto (Eternit).
In considerazione della diffusione delle specie analizzate e l'interesse in ambito storico-artistico di molti dei materiali raccolti, l'avvio di tale Collezione si propone come innovativo riferimento per la consultazione a fini di ricerca di base e applicate e a scopo didattico nel campo della Conservazione e del Restauro dei Beni Culturali in ambienti aperti e semiconfinati. La Collezione è aperta, nella tradizione museografica, alle integrazioni da altre realtà lichenologico-petrografiche.

NOTE

[1] In riferimento alla norma italiana UNI 10922 del febbraio 2001 una sezione lucida è una "Porzione di materiale lapideo con una faccia lucidata meccanicamente a specchio". Le sezioni lucide conservate nella Collezione e allestite in accordo con tale protocollo UNI e con la precedente raccomandazione Normal 14/83 (1985) non sono da intendersi come lucidate in senso petrografico, non essendo idonee allo studio in luce riflessa polarizzata delle diverse fasi opache presenti nei litotipi esaminati.

Ringraziamenti

Il lavoro è svolto nell'ambito dei progetti MIUR (ex 60%) "Potenzialità applicative dello studio della componente lichenica rupicola in processi di biodegrado e biodeterioramento" e "Meccanismi di bioalterazione e bioprotezione lichenica su manufatti in cemento-amianto". Gli autori sono grati al sig. Riccardo Coeli per il fondamentale contributo nell'allestimento delle sezioni sottili. Si ringraziano inoltre gli studenti dei corsi di laurea in Scienze Naturali (Alessandra Laccisaglia, Cristina Allisiardi e Ada De Nicolò) e Scienze Biologiche (Paola Raiteri e Valentina Gazzola) che negli anni hanno contribuito alla raccolta del materiale in sezione attualmente confluito nella Collezione.

Tab. 1. Elenco del materiale in sezione conservato presso l'Erbario Crittogamico dell'Università di Torino (HP-TO *Cryptogamia*)

SUBSTRATO LITICO	Specie licheniche	Sezioni sottili	Sezioni lucide
Rocce sedimentarie			
Arenaria	*Caloplaca citrina*	2 (a)	-
	Lecanora hagenii	1 (a)	-
	Lecanora muralis	1 (a)	-
	Verrucaria nigrescens	3 (a)	-
Calcare s.l.	*Verrucaria nigrescens*	1 (a)	-
Calcare fossilifero	*Acrocordia conoidea*	1 (b)	1 (b)
	Bagliettoa baldensis	2 (b)	2*(b)
	Caloplaca albopruinosa	2 (c)	5 (c)
	Petractis clausa	2 (d)	-
	Rinodina immersa	2 (c)	-
	Verrucaria marmorea	2 (d)	3 + 1* (d)
Travertino	*Caloplaca crenulatella*	1 (e)	-
	Verrucaria macrostoma	2 (e)	-
Rocce metamorfiche			
Eclogite	*Lecidea atrobrunnea*	2 (f)	1 (f)
	Rhizocarpon geographicum s.l.	6 (f)	-
	Sporastatia testudinea	1 (f)	-
Gneiss granitoide granatifero	*Dimelaena oreina*	1 (g)	-
Marmo	Endolitici acquatici s.l.	1 (h)	8 (h)
	Bagliettoa baldensis (*)	-	2(i), 2(l), 2(m), 2(n)
	Verrucaria marmorea (*)	-	1(i), 1(l), 1(m), 1(n)
Metabasite	*Rhizocarpon geographicum* s.l.	1 (f)	-
	n.d.	1 (f)	-
Metagabbro	*Lecidea atrobrunnea*	1 (f)	1 (f)
	Rhizocarpon geographicum s.l.	2 (f)	1 (f)
	Sporastatia testudinea	1 (f)	1 (f)
Ortogneiss granitoide	*Lecidea confluens*	1 (g)	-
	Sporastatia testudinea		-
Ortogneiss micascistoso biotitico	*Pleopsidium flavum*	1 (g)	-
	Sporastatia testudinea	1 (g)	-
Ortogneiss micaceo cloritico	*Tremolecia atrata*	1 (g)	-
Prasinite	*Rhizocarpon geographicum* s.l.	1 (f)	-
Quarzite	*Sporastatia testudinea*	1 (g)	-
	Tallo foglioso e muschio	1 (y)	-
Rodingite	*Porpidia speirea*	1 (f)	1 (f)
	Rhizocarpon geographicum s.l.	1 (f)	-
Scisto a diopside	*Lecidea atrobrunnea*	1 (f)	1 (f)
	Rhizocarpon geographicum s.l.	1 (f)	1 (f)
	Sporastatia testudinea	1 (f)	1 (f)
Scisto a minerali	*Lecanora muralis*	1 (a)	
Serpentinite antigoritica s.l.	*Aspicilia caesiocinerea*	2 (o)	-
	Candelariella vitellina	2 (p)	-
	Lecidea atrobrunnea	17 (f)	17 (f)
	Rhizocarpon geographicum s.l.	15 (f)	14 (f)
	Sporastatia testudinea	17 (f)	14 (f)

Tabella 1 (continua …)

SUBSTRATO LITICO	Specie licheniche	Sezioni sottili	Sezioni lucide
Serpentinite asbestifera s.l.	*Aspicilia caesiocinerea*	1 (i.s.)	4 (q)
	Candelariella vitellina	2 (r); 6 (s); 2 (t); 1(v); 2 (u); 1(q)	3 (q)
	Lecanora rupicola	1 (q); 1 (i.s.)	4 (q)
	Lecidella carpathica	1 (q)	7 (q)
	Neofuscelia pulla	1 (q); 1 (s); 1 (i.s.)	2 (q)
	Parmelia saxatilis	1 (t)	-
	Perusaria aspergilla	1 (q)	1 (q)
	Polysporina simplex	1 (z)	-
	Rhizocarpon geographicum s.l.	2 (q)	1 (q)
	Rhizocarpon petraeum	1(q)	1(q)
	Xanthoparmelia tinctina	2 (q)	4 (q)
	Xanthoria elegans	10 (r); 1 (t); 2 (i.s.)	-
Altri litotipi	n.d.	3	
Altri substrati litici			
Eternit	*Acarospora cervina*	4 (q)	6 (q)
	Candelariella vitellina		2 (q)
Malta d'allettamento	*Anema nummularium*	4 (e)	5 (e)
	Caloplaca citrina	1 (a)	
	Caloplaca crenulatella	1 (e)	4 (e)
	Caloplaca heppiana	1 (j), 1 (k)	
	Candelariella vitellina	1 (x), 1 (w)	
	Lecania rabenhorstii		1 (e)
	Lecanora dispersa	1 (w); 1(e)	3 (e)
	Rinodina bischoffii		1 (e)
	Verrucaria macrostoma	7 (e)	4(e)
	Verrucaria nigrescens	1 (a)	
	n.d.	2 (y)	
Materiale sintetico (Si, Al)	*Bagliettoa baldensis* (*)	-	3
	Verrucaria marmorea (*)	-	1

a, sito archelogico di Libarna (Serravalle Scrivia, Alessandria); b, Duino-Aurisina loc. Cernizza (Carso Triestino); c, Gropada (Carso Triestino); d, Borgo Grotta Gigante (Carso Triestino); e, Teatro Romano di Aosta (Valle d'Aosta); f, Parco Naturale del Mont Avic (Valle d'Aosta); Vallone del Valasco (Valdieri, Cuneo); h, Valle d'Aosta; i, Pont Canavese (Torino); j, castello di Arnad (Valle d'Aosta); k, castello di Pont Saint Martin (Valle d'Aosta); l, Foresto (Torino); m, Chianocco (Torino); n, Ornavasso (Verbano-Cusio-Ossola); o, Santuario Madonna della Neve (Fiano, Torino); p, Balme (Torino); q, ex Miniera di Asbesto di Balangero e Corio (Torino); r, Cesana Torinese, loc. Jovencaux (Torino); s, Sampeyre, loc. Confine (Cuneo); t, Sampeyre, loc. Ciampanesio (Cuneo); u, Susa, loc. Monpantero (Torino); v, Monte Pirchiriano (Torino); w, castello di Chenal (Valle d'Aosta); x, castello di Graines (Valle d'Aosta); y, castello di Cly (Valle d'Aosta); z, Colle del Lys (Torino); n.d., non determinato; i.s., *incertae sedis*; *, sezione realizzata su provini sterili incubati *in vitro* con micobionte lichenico. La nomenclatura delle specie licheniche segue Nimis e Martellos (2003).

BIBLIOGRAFIA

Adamo P., Violante P. Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science* 16 (2000), 229-256.

Ascaso C., Galvan J., Ortega C. The pedogenic action of *Parmelia conspersa*, *Rhizocarpon geographicum* and *Umbilicaria pustulata*. *Lichenologist* 8 (1976), 151-171.

Chen J., Blume H.P., Beyer L. Weathering of rocks induced by lichen colonization – a review. *Catena*, 39 (2000), 121-146.

Crispim C.A., Galyarde C.C. Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: a review. *Microbial Ecology* 49 (2005), 1-9.

De los Ríos A., Ascaso C. Contributions of in situ microscopy to the current understanding of stone biodeterioration. *International Microbiology* 8 (2005), 181-188.

De Los Ríos A., Wierzchos J., Sancho L., Green A., Ascaso C. Ecology of endolithic lichens colonizing granite in continental Antarctica. *The Lichenologist* 37 (2005), 383-395.

Favero-Longo S.E., Castelli D., Salvadori O., Belluso E., Piervittori R. Pedogenetic action of the lichens *Lecidea atrobrunnea*, *Rhizocarpon geographicum* gr. and *Sporastatia testudinea* on serpentinized ultramafic rocks in an alpine environment. *International Biodeterioration and Biodegradation* 56 (2005a), 17-27 e 250-251.

Favero-Longo S.E., Turci F., Tomatis M., Castelli D., Bonfante P., Hochella M.F., Piervittori R., Fubini B. Chrysotile Asbestos is progressively converted into a non-fibrous amorphous material by the chelating action of lichen metabolites. *Journal of Environmental Monitoring* 7 (2005b), 764-766.

Favero Longo S.E., Chiapello M., Gazzola V., Abbà S., Messina A., Perotto S. & Piervittori R., Indagini biochimiche e biomolecolari sul ruolo dei licheni endolitici *Bagliettoa baldensis* e *Verrucaria marmorea* nella dissoluzione delle rocce carbonatiche. *Notiziario Società Lichenologica Italiana* 19 (2006), 95.

Hoffland E., Kuyper T.Y., Wallander H., Plassard C., Gorbushina A.A., Haselwndter K., Holmström S., Landweert R., Lundström U.S., Rosling A., Sen R., Smits M.M., van Hees P.A.W., van Breemen N. The role of fungi in weathering. *Front. Ecol. Environm*. 2 (2004) 258-264.

Nimis P.L., Martellos S. *A second checklist of the lichens of Italy*. Monografie **4**. Museo Reg. di Scienze naturali, Saint-Pierre, Valle d'Aosta (2003), pp. 192.

Nimis P.L., Pinna D., Salvadori O. Licheni e conservazione dei monumenti. *Cooperativa Libraria Universitaria Editrice Bologna* (CLUEB), Bologna, (1992), pp. 164.

Normal 14/83. Sezioni sottili e lucide di materiali lapidei: tecnica di allestimento. Raccomandazioni Normal CNR Milano e Roma, Istituto Centrale per il Restauro (1985).

Piervittori R., Gallo L.M., Laccisaglia A. Analisi qualitative dell'interfaccia lichene-substrato litico: metodologie con il microscopio polarizzatore. *Giornale Botanico Italiano* 125 (1991), 256.

Piervittori R., Salvadori O., Isocrono D. Literature on lichens and the biodeterioration of stonework. III. *Lichenologist* 30 (1998), 263-278.

Piervittori R., Salvadori O., Laccisaglia A. Literature on lichens and the biodeterioration of stonework. I. *Lichenologist* 26 (1994) 171-192.

Piervittori R., Salvadori O. and Laccisaglia A. Literature on lichens and the biodeterioration of stonework. II. *Lichenologist* 28 (1996), 471-483.

Piervittori R., Salvadori O., Isocrono D. Literature on lichens and the biodeterioration of stonework. IV. *Lichenologist* 36 (2004a), 145-157.

Piervittori R., Salvadori O., Seaward M.R.D. Lichens and Monuments: an analytical bibliography. In L. L. St. Clair, and M.R.D. Seaward, editors. *Biodeterioration of Stone Surfaces*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany (2004b), 241-282.

Pinna D., Salvadori O. and Tretiach M. An anatomical investigation of calcicolous endolithic lichens from the Trieste karst (NE Italy). *Plant Biosystems*, 132 (1998), 183-195.

Seaward, M. R. D.. Lichens as subversive agents of biodeterioration. In L. L. St. Clair, and M.R.D. Seaward, editors. *Biodeterioration of Stone Surfaces*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany (2004), 9-18.

Silverman M.P. Biologic and organic chemical decomposition of silicates. In Trudinger and Swaine eds. *Studies of environmental science 3. Biogeochemical cycling of mineral-forming elements*, Elsevier, Oxford (1979), 445-465.

St. Clair L.L., Seaward M.R.D. *Biodeterioration of Stone Surfaces*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2004), 291 pp.

Tomaselli L., Lamenti G., Bosco M., Tiano P. Biodiversity of photosyntetic micro-organisms dwelling on stone monuments. *International Biodeterioration & Biodegradation* 46 (2000), 251-258.

Turci, F., S. E. Favero-Longo, M. Tomatis, G. Martra, D. Castelli, R. Piervittori, and B. Fubini. A biomimetic approach to the chemical inactivation of chrysotile fibres by lichen metabolites. *Chemistry - A European Journal* 13 (2007), 4081-4093.

UNI 10922. Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Allestimento di sezioni sottili e di sezioni lucide di materiali lapidei colonizzati da biodeteriogeni. Ente Nazionale di Unificazione. (2001), pp. 3.

Whitlach R.B., Johnson R.G. Methods for staining organic matter in marine sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 44 (1974), 1310-1312.

Wierzchos J., Ascaso C. Life, decay and fossilisation of endolothic microorganisms from the Ross Desert, Antartica. *Polar Biology* 24 (2001), 863-868.

INDAGINI PRELIMINARI RELATIVE AL RESTAURO DELLE ARCHITETTURE DEL GIARDINO DELLA VILLA MEDICI DEL VASCELLO A SAN GIOVANNI IN CROCE (CR)

Paola Bassani[*], Roberto Bonomi[**], Susanna Bortolotto[***], Maria Cristina Palo[***]

[*] Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Mantova - paola.bassani1@polimi.it
[**] ENAIP Lombardia, Botticino - botticino@enaip.it
[***] Politecnico di Milano, D.P.A., Laboratorio di Diagnostica per la Conservazione e il Riuso del Costruito - susanna.bortolotto@polimi.it - cristina.palo@polimi.it

Descrizione del giardino e cenni storici

Il parco della villa Medici del Vascello, il nome perviene dall'ultima famiglia che ne ebbe la proprietà, è comunemente conosciuta con la denominazione di "Rocca" e si colloca nel comune di San Giovanni in Croce, in provincia di Cremona.
L'edificio venne edificato da Cabrino Fondulo nel 1407, come presidio di difesa dai signori di Parma e Mantova, ma la sua fama è legata al nome di Cecilia Gallerani, moglie del conte Bergamino ed amante di Lodovico il Moro, ritratta da Leonardo da Vinci nel famoso quadro della "Dama con ermellino". Tra il Cinquecento e il Seicento avviene la trasformazione dell'edificio da opera di fortificazione a residenza dominicale, con l'apertura di finestre nel prospetto Sud e l'aggiunta delle due ali sul retro **[1]**.
Nella parte antistante alla Rocca è presente un giardino all'italiana con geometriche siepi in bosso. Il parco vero e proprio, che si sviluppa su cinque ettari, è situato a Nord-Ovest della villa gentilizia e rappresenta uno dei più significativi esempi di giardino paesistico dell'Italia Settentrionale per l'estensione dell'impianto, la varietà degli apparati vegetali e la ricchezza delle architetture immerse nel verde. Scarse sono le notizie relative alla sua realizzazione. La sua edificazione non è, infatti, ascrivibile ad una data certa. Il committente del giardino è sicuramente il Marchese Giuseppe Soresina Vidoni, principe dal 1817 per volontà di Francesco I d'Austria e marito della principessa Carolina Kewenüller Metsch ed è probabile che il parco sia stato realizzato in un periodo compreso tra il primo decennio agli anni trenta dell'Ottocento **[2]**. Tale ipotesi è suffragata da alcuni documenti archivistici, tra cui un ordine per l'acquisto di alcuni alberi da collocare nel giardino di San Giovanni in Croce eseguito dalla principessa Carolina nel 1823, e soprattutto dallo scritto di Carlo Ettore Colla del 1833 **[3]**, che fornisce una descrizione dettagliata del giardino, confermandone la sua esistenza a quella data. Sconosciuto è anche il nome del progettista; a tutt'oggi non è possibile stabilire una paternità certa: alcuni attribuiscono la realizzazione del parco all'architetto Luigi Voghera o al pittore Giovanni Motta **[4]**.
Il parco si sviluppa ad Ovest della Rocca ed è percorribile attraverso una serie di sentieri che si snodano lungo la proprietà, dai quali si possono godere vari scorci visivi del giardino, caratterizzato dalle diverse altimetrie, sapientemente create dall'uomo. Il parco trova il suo fulcro nel laghetto, posto pressoché al centro. Questi era alimentato da un ruscello, oggi asciutto ma distinguibile nel suo tracciato che si articola all'interno del sito e sono ancora riconoscibili alcuni ponticelli che ne permettevano l'attraversamento. Attorno al lago, caratterizzato da un piccolo isolotto al suo interno, sorgono la maggior parte delle architetture del giardino, ispirate al repertorio tipico del parco paesaggistico: la Darsena, la Ghiacciaia, le Rovine Gotiche, la Capanna Rustica, le Grotte artificiali, la Pagoda Cinese/Tempio Indiano, l'Edificio Rinascimentale e la Fagianera. Abbandonando il lago e addentrandosi nella parte occidentale del sito, in una radura si incontra il Tempio di Flora, conosciuto anche come Caffè Flora, mentre l'ultima architettura del parco è la Capanna Olandese, chiamata anche "Casa dei nani", posta in posizione appartata, verso Nord, quasi al limite del giardino.
Il giardino, come la Rocca, chiusa nel 1945 dopo la morte della contessa Carla Medici del Vascello esponente dell'ultima famiglia proprietaria, è oggi in disuso e versa in uno stato di abbandono. Le architetture presentano degradi più o meno gravi, l'apparato vegetale si è molto impoverito, il laghetto, ormai alimentato solo dall'acqua piovana, si è trasformato in una palude stagnante: la natura sapientemente progettata e controllata al tempo della sua realizzazione si sta lentamente riappropriando del sito. Il complesso, in tempi recenti, è stato acquistato dal Comune di San Giovanni in Croce che, dopo il lungo periodo di abbandono, sta avviando un programma organico di recupero.

Indagini preliminari

Nel settembre 2006 l'Amministrazione Comunale di San Giovanni in Croce ha incaricato il Politecnico di Milano, D.P.A., "Laboratorio di Diagnostica per la Conservazione e Riuso del Costruito" delle indagini preliminari relative al restauro dei manufatti architettonici siti nel giardino storico ed, in particolare, del Tempio di Flora, della Pagoda Cinese e Tempio Indiano. Sui questi sono state svolte analisi delle tecniche artistiche - con l'individuazione della sequenza stratigrafica e la caratterizzazione chimica dei componenti **[5]** - e dello stato di conservazione finalizzate alla redazione del futuro progetto di restauro.

E' risultato di particolare importanza per la conoscenza e la progettualità il confronto interdisciplinare tra le indagini visive, i dati diagnostici di laboratorio e le fonti storico archivistiche. Il confronto dei dati acquisiti consente, dunque, di evidenziare la grande capacità tecnica dell'artista operante nel parco a San Giovanni in Croce all'inizio del XIX secolo, il cui nome appare verosimilmente quello del professor Giovanni Motta, pittore ornatista e professore nel liceo di Cremona, approfondito conoscitore delle tecniche artistiche **[6]**.
A lui si deve con certezza la decorazione di un altro manufatto del parco, la Darsena, ove è presente un affresco rappresentante una regata. Seppure molto degradata l'opera è da mettere in relazione, per modalità tecniche e per aspetti formali, con gli affreschi presenti nel Tempio di Flora. La previsione dell'estensione delle indagini di laboratorio e della valutazione delle tecniche artistiche a tutti i manufatti del parco consentirà certamente di confermare o meno le ipotesi fin qui prodotte.

Il Tempio di Flora

L'edificio denominato "Tempio di Flora" o "Caffè Flora", evoca sia l'immagine mitologica della dea raffigurata sopra la porta di ingresso, sia la destinazione privilegiata a luogo di sosta e riposo pomeridiano dopo le passeggiate nel parco della Rocca di San Giovanni in Croce.
Il fabbricato a pianta rettangolare è preceduto da un pronao dorico semicircolare con quattro colonne in mattoni a cui si accede mediante tre gradini edificati su un riporto di terra che fa da base a tutto l'edificio, rialzato rispetto al piano di campagna. L'interno, costituito da un unico vano, ha ampie finestre ad arco su tutti i lati; in posizione opposta all'ingresso era collocata una stufa di cui rimane traccia in negativo per l'assenza della pavimentazione, altrove presente, in pianelle di cotto. Tutte le superfici verticali si presentavano arricchite da elementi decorativi.
I prospetti esterni, facendo ricorso alla tecnica a *trompe l'oeil,* simulano materiali lapidei riccamente lavorati: le colonne del pronao presentano finte scanalature, le superfici sono trattate a finto bugnato, mentre il fregio sommitale è abbellito da mascheroni alternati a festoni floreali e sormontato da una finta cornice a dentelli. Il basamento, infine, rievoca i templi classici edificati su roccia con un trattamento a finta *rocaille* eseguita in malta di calce.
I quattro prospetti interni presentano cornici dipinte che suddividono geometricamente lo spazio: la fascia intermedia è affrescata con motivi di paesaggi campestri arricchiti da finte architetture, mentre la fascia inferiore, superiore e l'imbotte delle aperture sono trattate a finti marmi policromi.



Figura 1. Il Tempio di Flora.

Le tecniche esecutive utilizzate per la pittura parietale del Tempio di Flora fanno ricorso principalmente all'*affresco*. Nel Tempio di Flora la suddivisione geometrica delle superfici mediante cornici ha favorito l'organizzazione del lavoro in giornate regolari che corrispondono nei due lati minori (prospetto interno Nord e Sud) all'intera parete, mentre nel lati maggiori (prospetto interno Est ed Ovest) risulta affrescata senza soluzione di continuità la fascia intermedia, con elementi decorativi a paesaggio, e successivamente le fasce superiori ed inferiori che appartengono a giornate di lavori differenti.
Data la lacunosità della superficie pittorica, che non consente di valutare unitariamente i margini delle stesure di'intonaco, l'organizzazione del lavoro è attestato principalmente dalle modalità di degrado e da indizi rilevabili sullo strato di arriccio ancora aggrappato al supporto.

Lungo i lati minori (prospetto Nord e Sud) la contemporaneità esecutiva è evidenziata dalla disomogeneità dei bordi di caduta del velo che riguardano sia la fascia intermedia con motivi campestri, sia quelle superiori ed inferiori a finti marmi e che rimandano alle modalità di infiltrazioni di acqua dalle coperture e alla risalita capillare dal pavimento.
Le porzioni di intonachino superstiti non evidenziano i segni di attacco tra giornate differenti, e l'arriccio presente non demarca alcuna discontinuità documentando un lavoro pittorico eseguito in un unica fase che coinvolge anche la strombatura delle aperture. I lati maggiori sfruttano invece la suddivisione geometrica delle superfici mediante cornici per l'organizzazione del lavoro: si riconosce una prima stesura di velo che coincide con la fascia intermedia e due successive corrispondenti alla zoccolatura e alla cornice sommitale. Qui è proprio l'arriccio a sottolineare con una linea netta i margini della giornata tagliata a scarpa per agevolare il collegamento, poi mascherato da un leggero sormonto, con quella successiva.



Figura 2 e 3. Tempio di Flora - A sinistra interno Nord: per la lacunosità degli strati è riconoscibile un'unica giornata di stesura dell'intonaco; a destra interno Sud: linea di demarcazione della giornata.

L'arriccio si presenta, di colorazione nocciola, a granulometria fine e di spessore variabile con valore medio di circa 3-4 mm; la sua consistenza è friabile con diffusi fenomeni di disgregazione ed esfoliazione, indice quest'ultimo della presenza di materiale argilloso nell'impasto e di una bassa percentuale di legante calcico. Le analisi chimiche hanno infatti confermato la presenza costante nelle malte di una consistente frazione argillosa (fillosilicati), aggiunta perciò intenzionalmente e non considerabile quale semplice residuo di una sabbia non lavata. Gli aggregati, a granulometria arenacea medio-fine sono costituiti da quarzo e feldspati e oltre all'argilla si sono rilevati anche solfati, presenti uniformemente in ogni campione; ciò è da ritenersi un fenomeno di degradazione del materiale.
L'intonachino è costituito da uno strato sottile di circa 1-1,5 mm di spessore, di colorazione chiara a granulometria arenacea fine con idrossido di calcio, ben schiacciato, lisciato e compatto; i fenomeni di degrado non interessano principalmente la superficie ma l'interfaccia con lo strato sottostante. L'intonachino presenta anch'esso minerale argilloso, ma è reso maggiormente tenace e compatto dalla stesura dell'imprimitura bianca costituita da carbonato di calcio. L'arriccio invece, presentandosi meno compatto e tenace, forse realizzato da maestranze non specializzate e con ricorso a materiali reperibili in loco (argilla appunto), sottoposto a lungo dilavamento ha perso consistenza e si è polverizzato provocando il distacco e la successiva caduta del velo.
Il disegno preparatorio delle riquadrature architettoniche delle superfici non è stato identificato: probabilmente il pittore utilizzò dei semplici riferimenti (simili a piccole tacche) incisi sull'intonaco che consentivano di disegnare, direttamente a pennello e con il semplice ausilio di stagge di legno, le linee verticali ed orizzontali di riferimento per l'inquadratura della composizione. Le parti figurative erano invece guidate da un disegno sommario realizzato a pennello con ocra rossa stemperata in acqua di calce e matita rossa. Restano leggibili le tracce del disegno degli apparati vegetali dopo la caduta del pigmento verde e di quello delle architetture inserite nei paesaggi.



Figura 4. Tempio di Flora lato Sud interno: rilievo delle giornate di stesura dell'intonaco.

I pigmenti utilizzati per le parti realizzate ad affresco sono di natura minerale: Bianco di Sangiovanni (Bianco di calce) **[7]**; terre rosse (ocre rosse) **[8]**; terre verdi (ocra verde) **[9]**; terra ombra (terra d'ombra bruciata) **[10]**; mentre i neri sono ottenuti con carbone vegetale.
Con la matita rossa il pittore ha eseguito l'abbozzato del disegno tracciato liberamente e per linee sommarie: indizi di esso emergono dalle architetture dipinte, dalle alberature del paesaggio, dalle cornici che suddividono le superfici verticali. Sul disegno si è poi proceduto con stesure sovrapposte di colore a diverse diluizioni, lavorando con tecnica mista, ad affesco e a secco.
Nelle stesure ad affresco, sulla base bianca costituita da carbonato di calcio (Bianco Sangiovanni), il pittore ha delineato i volumi delle architetture e delle alberature eseguendo i fondi rossi, realizzati con ossidi di ferro e nero vegetale addizionati con idrossido di calcio. Gli elementi compositivi sono stati successivamente dettagliati, ancora in fase di carbonatazione, con nuove stesure liquide di verdi (per gli alberi) o di bruni (per le architetture), facendo ricorso a ocre verdi e rosse legate con idrossido di calcio. L'esito pittorico è così caratterizzato da effetti di grande trasparenza, facendo emergere dallo sfondo i diversi soggetti della raffigurazione (uomini, alberi, case), come avvolti nella luce vibrante della bruma mattutina.
Per meglio contrastare le masse di colore e ottenere effetti di profondità, altrimenti assai limitati dalla trasparenza dei pigmenti minerali, alcune parti presentano inoltre finiture a secco.
E' il caso dei verdi che si trovano applicati in due diverse stesure: una più liquida e trasparente, ben aderente e carbonata al supporto **[11]**, costituita da terre verdi e idrossido di calcio ed una invece stesa a corpo e con manifeste difficoltà di adesione e coesione.
Quest'ultima stesura a *tempera* è costituita da un pigmento a base di malachite artificiale **[12]**, ossia carbonato basico di rame a granuli regolari e tondeggianti, in dispersione acquosa ed addizionato con un legante di natura proteica come uovo, caseina, colla animale. Tali sostanze con funzione polimerica hanno il compito di fissare la pellicola pittorica, facendola diventare più resistente e difficilmente rimovibile. La malachite, proprio per la sua sensibilità agli acidi e alle basi, è ben utilizzata nella tecnica a tempera, ma risulta resistente e stabile se conservata in normali condizioni ambientali, altrimenti può degradarsi alterando il suo colore.
Le finiture a tempera si trovano stratigraficamente superiori ad un fondo di tonalità bruno rosacea, costituito da una miscela di ossidi di ferro, nero vegetale e minio.





Figura 5 e 6. Tempio di Flora: i fenomeni di distacco e le lacune dell'intonachino evidenziano la diversa coesione del substrato. La malta con minerali argillosi è maggiormente degradata rispetto allo strato di finitura - il "velo" di 1- 1,5 mm di spessore - reso duro e compatto dalla lisciatura della superficie e dall'imprimitura bianca a base di carbonato di calcio.

Come noto, l'ossido di Piombo **[13]** è in grado di dare maggiore intensità al colore rosso per il suo alto valore coprente, ma subisce modificazioni cromatiche in presenza di forte umidità. Esso tuttavia svolge funzione di catalizzatore dell'ossigeno, favorendo dunque la carbonatazione della superficie pittorica ed accelerando il processo di presa in modo da evitare che la basicità della calce possa interferire negativamente con le sovrammissioni delle stesure a secco.
Alla conoscenza di materiali il pittore ha associato anche un elevata qualità artistica ravvisabile nell'uso delle stesure a velatura, nel ricorso a pochi colori e nella rapidità del tratto quasi privo di riferimenti di disegno. E' il caso del fregio esterno caratterizzato da mascheroni e festoni per la cui esecuzione risulta steso un fondo rosso sul quale sono stati dettagliati i soggetti con pochi e rapidi tocchi di colore facendo uso del solo nero e bianco. L'elevata qualità tecnica e formale delle superfici pittoriche è ancora apprezzabile nonostante il grave stato di conservazione in cui versano i manufatti del parco: l'alterazione dei parametri di umidità e di temperatura hanno purtroppo attivato processi di degradazione delle superfici con diffusi fenomeni di decoesione, disgregazione e lacuna del film pittorico. Tutti gli intonaci e le malte di allettamento presentano inoltre l'argilla come elemento costitutivo chimicamente individuato dalle indagini stratigrafiche.

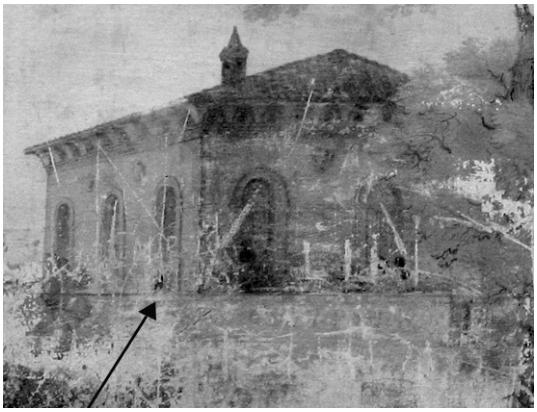
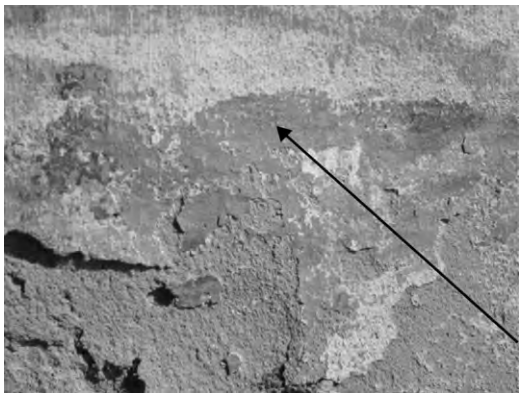




Figura 7 e 8. Tempio di Flora: il segno di matita rossa usata per il disegno traspare sulla superficie a causa della caduta del film pittorico. Il disegno è costituito da semplici linee di riferimento rispetto alle quali il pittore ha creato i volumi della composizione mediante successione di velature trasparenti utilizzando solamente pochi colori (ocre rosse, nero e bianco).



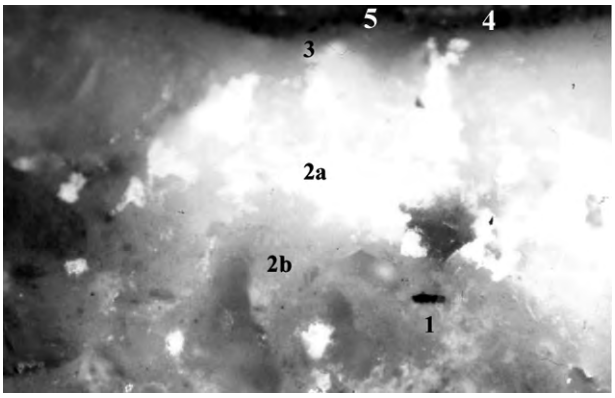


Figura 9 e 10. Tempio di Flora. A sinistra: colore verde dato a secco sovrapposto alla imprimitura bianca e alle tracce del disegno (campione 1). A destra: sezione lucida campione n. 1 - 1° Strato: malta di colore d'insieme bianco/beige caratterizzata da un aggregato a granulometria arenacea da medio a fine con presenza di quarzo, feldspati e materiale argilloso; sono evidenti fenomeni di solfatazione diffusi in tutta la sezione; presenza di fessurazioni e vuoti all'interno dell'intonaco. Il legante è idrossido di calcio carbonatato. 2° Strato: base bianca costituita da carbonato di calcio (la parte evidenziata in bianco) mentre la parte grigiastra risulta costituita da solfato di calcio. 3° Strato: base rossa costituita da ossidi di ferro con presenza di nero vegetale, sono evidenti rari grani di ossido di piombo (minio) il legante è idrossido di calcio carbonatato. 4° Strato: pellicola pittorica verde costituita da un pigmento a base di rame la forma tondeggiante del pigmento e l'analisi chimica hanno evidenziato la presenza di carbonato basico di rame; evidenti fenomeni di solfatazione superficiale;il legante è di natura proteica. 5° Strato: depositi di particellato atmosferico.

Le malte di siffatto tipo presentano prestazioni meccaniche limitate, come dimostra l'elevata tendenza alla disgregazione e polverizzazione, almeno in superficie, che li rende poco adatti ad opporsi a fenomeni di scorrimento tra mattoni. Questo fenomeno è proprio ben evidente nel Tempio di Flora, dove la spinta del tetto degradato dalle infiltrazioni ha provocato il dissesto del pronao di ingresso.

Uno dei pilastri presenta una rotazione, favorita anche dal cedimento del piano fondale della gradinata; mentre la muratura superiore all'architrave ligneo risulta sconnessa, come priva di qualsiasi legante. Se le *performance* statiche risultano scarse non così quelle nei confronti dell'acqua sia di risalita che atmosferica. Studi condotti in ambito cremonese **[14]** hanno infatti evidenziato come le malte di argille, in un territorio caratterizzato da una altezza assai superficiale di falda freatica e da nebbie persistenti nel periodo invernale con alto tasso di umidità, sono in grado di assorbire molecole d'acqua con il conseguente aumento di volume, fissandole all'interno del loro reticolo cristallino. Tale proprietà risulta molto significativa se rapportata al comportamento tenuto invece da una malta di calce rispetto all'acqua, continuamente sottoposta a cicli di dissoluzione e ricristallizzazione, durante i quali si verifica un dilavamento più o meno intenso a seconda dell'esposizione e delle condizioni ambientali.



Figura 11. Tempio di Flora: dissesti e rotazione della colonna del pronao.

I minerali argillosi e la loro struttura cristallina sono dunque in grado di reagire in modo più o meno elastico senza perdere le loro proprietà: i giunti dei corsi di malta sostituiscono delle soluzioni di continuità che l'umidità di risalita capillare proveniente dal terreno incontra nel suo percorso verso l'alto. Nel caso delle malte di argilla, essi si comportano come delle spugne, capaci di assorbire l'umidità, neutralizzando la loro azione devastante nei confronti della muratura dei fabbricati che infatti si presentano – soprattutto se si valuta le condizioni microclimatiche del contesto – in buone condizioni di conservazione. Le malte di argilla non

caratterizzano solo le murature ma anche tutti i rivestimenti sia interni che esterni: sugli intonaci ricchi di quarzo, felspati e fillosilicati sono in genere presenti una o più mani di imprimitura bianca a base di idrossido di calcio carbonatato, sulla quale sono riportate le decorazioni a *trompe l'oeil* con tecnica ad affresco. La preferenza accorata all'uso dell'intonaco con minerali argillosi potrebbe spiegarsi per la loro capacità di trattenere le molecole d'acqua rigonfiandosi, così da contrastare il ritiro, stabilizzando il volume dell'impasto in fase di presa e, successivamente, in opera. Soprattutto in un contesto di forte umidità quale appunto il parco di San Giovanni in Croce, la presenza dell'argilla può svolgere la funzione di uno stabilizzatore chimico, rallentando la dissoluzione della calcite dovuta all'umidità ambientale oltre che all'acqua piovana.
Solo il basamento trattato a finta *rocaille* è invece eseguito con una finitura superficiale a carbonato di calce per enfatizzare l'effetto di similitudine con la pietra calcarea, come evidenziato dalle indagini stratigrafiche.

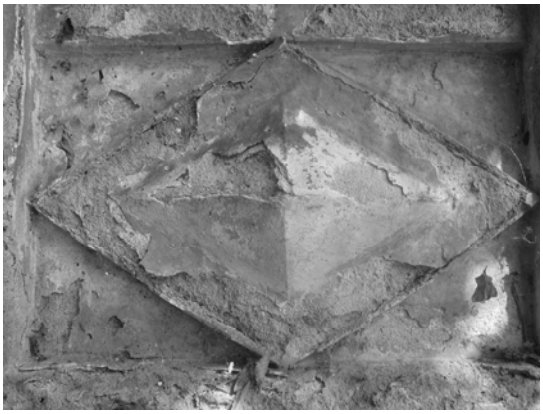
La Pagoda Cinese ed il Tempio Indiano

Tra i padiglioni del parco romantico vi è, sulla sponda orientale del lago, la "Pagoda Cinese" a cui si addossa un piccolo fabbricato chiamato "Tempio Indiano".
L'edificio è costruito su un basamento di pietra calcarea, assimilabile per l'aspetto ad un "tufo"; ha pianta quadrata con quattro pilastri d'angolo e tetto con forme spiccatamente orientali. Il basamento, che simula una grotta, presenta due lati aperti e protetti in origine da reti di ferro; all'interno presenta copertura a volta in mezzo alla quale vi è un ampio foro che consente l'accesso al tempietto superiore. Qui era alloggiato un grande albero ad uso delle scimmie portate per la prima volta nel 1823, alla conclusione dei lavori al parco.
Dei quattro prospetti due presentano pareti aperte e due sono invece tamponate da un muro in mattoni intonacato. Le due pareti aperte sono delimitate da un parapetto in ferro battuto, completato in origine da reti di ferro per impedire la fuga degli animali qui ospitati.
Il tetto presenta forme spiccatamente orientali, costituito da quattro falde di forma concava, sorrette da travi e da mensole di legno, e terminanti da un'alta e slanciata guglia dal profilo aguzzo. La copertura era poi protetta da lastre di lamiera di metallo inchiodate alla struttura lignea portante.
Il "Tempio Indiano", addossato alla Pagoda, dava accesso all'interno della finta grotta-basamento e probabilmente consentiva un riparo più discreto per gli animali oltre che il luogo per l'approvvigionamento di cibo e acqua.



Figura12. La Pagoda Cinese/Tempio Indiano.

Tutte le superfici verticali si presentavano rivestite da intonaci tinteggiati; solo i pilastri angolari hanno elementi decorativi a rilievo eseguiti in stucco di calce.
Le tecniche esecutive utilizzate sono simili a quanto già evidenziato per il Tempio di Flora. Anche qui l'arriccio si presenta, di colorazione nocciola, a granulometria fine e di spessore variabile con valore medio di circa 3-4 mm; la sua consistenza è friabile con diffusi fenomeni di disgregazione ed esfoliazione, indice questo della presenza di materiale argilloso nell'impasto e di una bassa percentuale di legante calcico.



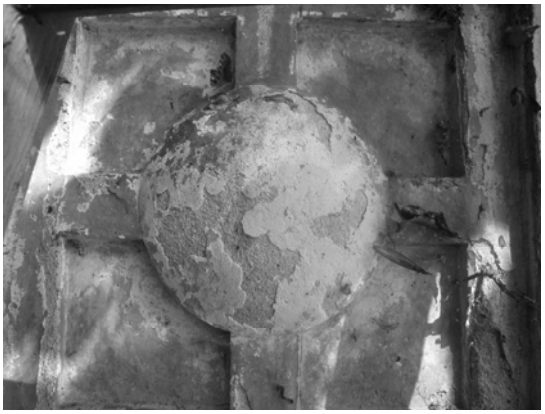


Figura 13 e 14. Pagoda Cinese: fenomeni di decoesione delle malte; disgregazione e caduta del film pittorico e degli strati di rivestimento.



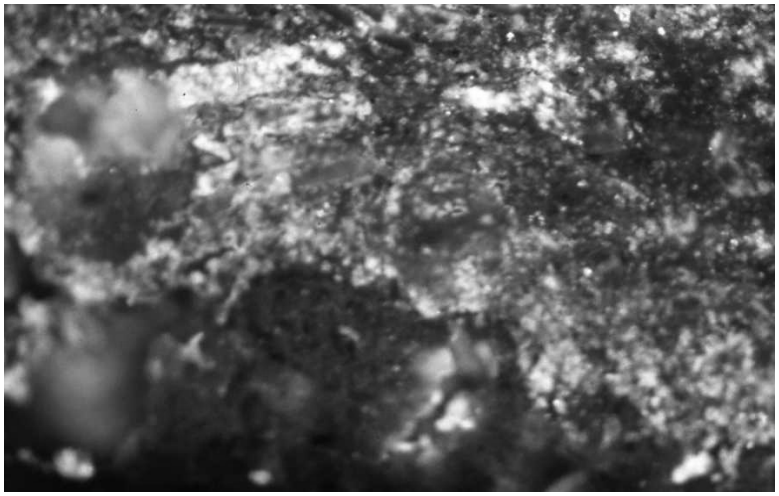


Figura 15 e 16. Pagoda Cinese: a sinistra gli elementi lignei di sostegno della copertura del tetto e le mensole decorative. Questi ultime non presentano traccia di attacchi xilofagi grazie all'azione protettiva svolta dalla finitura rossa a base di minio e biacca. A destra: campione 3. Sezione lucida al microscopio ottico del pigmento rosso. Non risulta la presenza di una preparazione; il pigmento è stato steso direttamente sul manufatto ligneo. L'analisi del pigmento ha evidenziato la presenza di ossidi di ferro, ossidi di piombo e carbonato basico di piombo; il legante è di natura oleosa.

L'intonachino è costituito da uno strato sottile di circa 1-1,5 mm di spessore, di colorazione chiara a granulometria arenacea fine, ben schiacciato, lisciato e compatto con fenomeni di degrado che non interessano principalmente la superficie ma l'interfaccia con lo strato sottostante.
Sulle superfici con muratura a vista, ora indagabili per la caduta dello strato di rivestimento, sono riconoscibili inoltre le tracce di una picchettatura preliminare alla stesura dell'intonaco. Tale trattamento di abrasione artificiale della superficie in laterizio consentiva di certo una migliore aderenza dell'intonaco al supporto, garantendo così maggiore durata al rivestimento sottoposto alle variazioni climatiche e di umidità all'interno del parco.
La presenza di minerali argillosi è confermata anche nelle malte costitutive degli elementi decorativi a stucco, a dimostrazione della buona plasticità dell'impasto e della capacità di presa senza aumentare il tenore di calcite.
Su tutte le superfici è stata inoltre rilevata la presenza di una imprimitura bianca data a più mani e costituita da carbonato di calcio (Bianco Sangiovanni). Ad essa si sovrappone una tinta data per velature a base di ocre gialle e rosse, opportunamente diluite per ottenere effetti di movimento e profondità delle superfici.
In tutte le stratigrafie si è rilevata presenza diffusa di solfati, derivati dalla degradazione della calcite, la cui presenza ha certamente favorito i macroscopici fenomeni di decoesione delle malte, disgregazione e caduta del film pittorico e degli strati di rivestimento. Anche le parti lignee della copertura presentano una finitura

rossa stesa direttamente sulla superficie. Il colore risulta essere composto da una miscela di ossidi di ferro, ossidi di piombo (Minio) e carbonato basico di piombo (Biacca) uniti da un legante oleico. Quest'ultimo, probabilmente olio di lino, svolge funzione siccativa, in grado cioè di polimerizzare il pigmento costituito da ossidi trasformandolo in un film con ottime proprietà meccaniche ed ottiche, oltre che di stabilità nel tempo. I derivati del piombo svolgono invece una duplice funzione: di catalizzatore attivando e favorendo i processi di polimerizzazione, e di protezione del legno grazie al loro potere antiparassitario. Questo spiega l'ottimo stato di conservazione delle mensole lignee del tetto in confronto con le travature interne che non presentano invece traccia di trattamento e sono affette da carie e attacchi xilofagi **[15]**.

Conclusioni

Le indagini preliminari svolte sui manufatti del parco di Villa Medici del Vascello hanno permesso di fare valutazioni sullo stato di conservazione del manufatto in rapporto ai dati storico archivistici, alle tecniche esecutive e alla caratterizzazione dei materiali.
E' risultato evidente come le patologie riscontrare, tra le più frequenti la disgregazione e l'esfoliazione degli intonaci, sono determinate più spesso dall'azione combinata tra le qualità intrinseche dei materiali e le modalità tecniche di preparazione e messa in opera più che di semplice alterazione dei prodotti costituitivi. E' il caso ad esempio dell'argilla presente in tutti gli strati di rivestimento, quale aggiunta intenzionale nell'impasto e non risultato di sabbia scarsamente lavata. Se la sua presenza deve essere valutata in rapporto agli elevati parametri di umidità ambientale del sito, è pur vero che i naturali fenomeni disgregativi a cui tali malte sono soggette vengono contrastate dall'applicazione della imprimitura bianca di carbonato di calcio utilizzata per la stesura dell'affresco. Essa svolge la funzione di preparare il fondo ad accogliere le decorazioni (Tempio di Flora) o le tinte (Pagoda) ed, al contempo, contrasta i fenomeni di decoesione superficiale fungendo da consolidante.
La possibilità di intervenire sulle superfici deve allora confrontarsi con i risultati delle valutazioni sulle tecniche esecutive, le indagini di laboratorio, i rilievi degli aspetti materici e del degrado eseguiti in sede preliminare. Questi consentono fin d'ora di indirizzare le ipotesi di intervento verso un approccio conservativo, nei termini di uso di materiali compatibili e di tecniche idonee. Ad esempio, la presenza diffusa di solfatazione individuata in tutti gli strati dei campioni sottoposti al microscopio, richiede l'applicazione di impacchi sia a livello superficiale con compresse di polpa di cellulosa imbevute di carbonato di ammonio o resine a scambio ionico, sia a livello profondo con applicazione di solfato di bario. A causa invece dell'argilla, individuata in tutti gli impasti storici, le malte ed gli intonaci di integrazione dovranno necessariamente fare ricorso a calce idraulica naturale, ricca quindi di silicati. Al contrario, per il ripristino del velo la malta dovrà essere di grassello di calce e di ottima qualità, mentre per le integrazioni pittoriche e le stesure di nuove tinte si dovrà fare ricorso a colori a calce.

NOTE

[1] Le notizie storiche relative alla Rocca sono riportate in Perogalli C., Sandri M. G., "*Ville delle province di Cremona e Mantova"*, Milano 1973, e in Dubini B., "*Il castello della Dama con l'ermellino. La Rocca di San Giovanni in Croce*", Cremona, 2004.
[2] I Riferimenti storici relativi al parco sono ripresi da Carpeggiani P., "*Giardini cremonesi fra '700 e '800. Torre De Picenardi - San Giovanni in Croce"*, Cremona 1990; Dubini B., *op. cit*. 2004; Brignani M., Roncai L. (a cura di), "*Giardini cremonesi"*, Persico Dosimo, s.d., nonché da una ricerca storica svolta presso l'Archivio di Stato di Cremona, Fondo denominato "Soresina Vidoni Mocenigo Soranzo" non ancora inventariato. La ricerca storica è stata svolta anche con l'ausilio dell'arch. Andrea Frigo.
[3] Lo scritto del Colla è riportato da Gandini F., "*Viaggi in Italia: ovvero descrizione geografica, storica, pittorica, statistica, postale e commerciale"*, vol. III, Tip. Manini, Cremona, 1831-33.
[4] Dell'architetto Voghera, stabilmente impiegato al servizio della famiglia, è nota la realizzazione del vicino giardino di Torre de' Picenardi, molto simile a questo di San Giovanni in Croce, mentre l'intervento del pittore Motta nel parco è testimoniato dai decori pittorici della Darsena del parco, a lui attribuiti dal Colla nella sua descrizione del 1833.
[5] L'indagine è stata condotta presso il laboratorio della Scuola di restauro Enaip di Botticino (BS) dal prof. Roberto Bonomi su 14 campioni prelevati da malte di allettamento, intonaci e film pittorici. I campioni sono stati inglobati in resina epossidica, tagliandoli trasversalmente e levigando la superficie. L'osservazione è avvenuta al microscopio in luce riflessa con ingrandimenti finali da 10X a 100X; è stata inoltre utilizza analisi in microscopia U.V. con lampada a vapori di mercurio mantenendo gli stessi ingrandimenti. I campioni sono stati poi colorati con coloranti istochimici per la ricerca dei leganti utilizzati nelle opere d'arte e/o dopo l'intervento di restauro. Si è fatto ricorso a *Red oil* per la

ricerca di sostanze lipidiche o assimilabili, e a Nero d'amido per la ricerca di sostanze proteiche. Norme di riferimento utilizzate: Raccomandazioni Normal 12/83, 14/83.

[6] Giovanni Motta, nacque a Bozzolo (MN) il 20 luglio 1753, da Francesco Majocchi e Vittoria Mori. Il padre, anch'egli pittore ed originario dalla Motta posta in territorio Cremonese, fu chiamato il Motta dopo essersi stabilito a Bozzolo, trascurando così il proprio cognome. Giovanni fu istruito dal genitore, che era quadratista, applicandosi con successo all'ornato. Svolse i suoi primi lavori a Mantova dai pittori Zandalacca e Mones, che operavano nel castello e nel teatro, e poi fu chiamato a decorare l'abitazione del conte Bedulli a Viadana e qui stabilì la propria residenza. Altri lavori sono documentati in Isola Dovarese e successivamente nella villa delle Torri dei marchesi Picenardi. A partire dal 1785 si intensifica la sua attività in Cremona, divenendo pittore alla moda richiesto nella decorazione delle case di importati famiglie come i conti Schinchinelli ed Albertoni. La sua fama lo portò a lavorare con l'Appiani nella sala rotonda di Monza, ove per l'arciduca Ferdinando d'Austria il Motta dipinse gli ornati in cera all'encausto, e l'Appiani una Storia di Psiche. Anche il Principe di Soragna nel ducato di Parma chiamò Giovanni Motta per decorare le sale della sua Rocca. In Cremona eseguì pure gli ornati nella Cattedrale delle due navate, che ne formano la crociera, oltre varie opere in dimore nobiliari. Fu nominato professore della scuola di disegno, nell'I.R. Liceo di Cremona, città dove morì il 19 aprile 1817, lasciando i figli Francesco e Giulio anch'essi pittori. Cfr: Grasselli G., "*Abecedario Biografico dei Pittori, Scultori ed Architetti Cremonesi"*, Co' Torchj D'Omobono Manini, Milano, 1827, (edizione consultata Arnaldo Forni Editore, Sala Bolognese, 1985).

[7] Bianco di Sangiovanni = carbonato di calcio; stabile alla luce, all'aria e all'umidità. Si ottiene lasciando essiccare la calce all'aria. E' inerte nei confronti della maggior parte dei colori con i quali può essere mescolato senza che si alteri. Cfr. Matteini M., Moles A., "*La chimica nel restauro",* Nardini Ed. 1989.

[8] Terre rosse = è un pigmento naturale minerale costituito da ossidi di ferro di vario colore in funzione dei minerali contenuti; sono molto coprenti e resistenti e pertanto sono compatibili con ogni tecnica e possono essere mescolati con altri colori. Cfr., Matteini M., Moles A., *op.cit.,* 1989.

[9] Terre verdi = è un pigmento naturale minerale costituito da ossidi di ferro, silicati ferrosi, sali di potassio e/o magnesio e/o alluminio. E' molto stabile e resistente e può essere mescolato con altri pigmenti e con tutti i legnati. Cfr., Matteini M., Moles A., *op.cit.,* 1989.

[10] Terra d'ombra bruciata = è un pigmento naturale minerale costituito ossidi con presenza di silicio e allumina; si trova in forma anidra, ottenuta per calcinazione della terra d'ombra naturale, e ha colore bruno-rossastra. Cfr., Matteini M., Moles A., *op.cit.,* 1989.

[11] Il film pittorico è steso su una base di colore rosso ottenuto da una miscela di ossidi di ferro, nero vegetale e idrossido di calcio, come rilevato dalle indagini di laboratorio Enaip – Lombardia di Botticino (BS) , prof. Roberto Bonomi.

[12] Il *Verde malachite*, detto anche *Verde azzurro, Verde di Montagna, Verde di Armenia*, è un carbonato basico di rame. Si tratta di un pigmento di origine minerale che si ottiene dalla malachite. Non ha un elevato potere coprente e reagisce con i solfuri presenti nell'aria e in alcuni pigmenti. Cfr., Matteini M., Moles A., *op.cit.,* 1989.

[13] Il Minio, ossido misto di Piombo - Pb3O4- è un pigmento artificiale conosciuto fin dall'antichità ed usato in tutte le tecniche. Ha colore arancio o arancio carico con buon potere coprente; nelle pitture murali in climi umidi lo si trova spesso ossidato in PbO2 di colore marrone intenso perché non ha resistenza all'ambiente alcalino della calce e all'umidità. Nel Libro dell'Arte (1398 ca.) Cennino Cennini avverte: "... se l'adoperi in muro, come vede l'aria subito diventa nero, e perde suo colore". Cfr., Matteini M., Moles A., *op.cit.,* 1989.

[14] Bonazzi A., Fieni L., "*Uso e fortuna delle malte di argilla nell'Italia Settentrionale: prime ricerche su Cremona"*, in TeMa, n.1, Ed. Franco Angeli, Milano, 1995, pp.44-53.

[15] Le indagini diagnostiche sulle opere lignee sono state condotte dal prof. Francesco Augelli del Politecnico di Milano.

DIAGNOSTICA PER LA RESTITUZIONE DEL DIPINTO SU TELA "SACRA FAMIGLIA CON SAN GIROLAMO E OFFERENTE" ANTONIO CAMPI, CREMONA 1546

Achille Bonazzi[*], Mario Lazzari[***], Luciana Manara[**], Curzio Merlo[***], Enrico Perni[**]

[*]Dipartimento Scienze Della Terra, Università degli Studi di Parma, achille.bonazzi@unipr.it
[**] Studio Manara e Perni, via Robolotti 2, Cremona, enricoperni@virgilio.it
[***]CFP Cremona, via Cesari, 5/7 26100 Cremona, lab.chimica@cfpcremona.it

Abstract
In occasione della tredicesima edizione della mostra "Restituzioni" avvenuta a Vicenza nel 2006 Banca Intesa ha deciso di inserire tra le varie opere d'arte da recuperare anche il dipinto in oggetto, sicuramente opera giovanile di Antonio Campi come attesta la seppur degradata iscrizione sul cartiglio posto sul tronco alla base del dipinto. Una prima attenta osservazione ha permesso di stabilire che i precedenti interventi di restauro risultavano ancora funzionali da un punto di vista strutturale; l'attenzione si è quindi concentrata sugli strati pittorici ove al contrario si evidenziavano diversi interventi di ridipintura più o meno invasivi parzialmente celati da una vernice pigmentata. Fondamentale risultava quindi potersi avvalere di analisi diagnostiche non invasive ed eventualmente microinvasive per comprendere la natura della stesura originale ed il suo stato di conservazione.

Analisi storico - artistica

Attualmente collocata nella parete absidale della chiesa di Sant'Ilario a Cremona, la pala di Antonio Campi era situata in origine in una cappella della chiesa, sempre cremonese, dei Santi Nazario e Celso che all'epoca dell'esecuzione del dipinto apparteneva all'ordine degli Umiliati e dove era già stata in precedenza collocata all'altare maggiore la pala eseguita dal fratello Giulio. Sulla base marmorea si legge la seguente iscrizione: AD CULTUM DIV. P. HIERONIMI/ SACERDOS IO. GUIDOLDUS POSUIT/ HIERONIMUS PIPERARIUS EIUS/ NEPOS INSTAURAVIT ANNO/ 1546, la quale fa dedurre che il sacerdote Giovanni Guidoldo, molto probabilmente uno dei religiosi appartenenti all'ordine e presumibilmente la figura inginocchiata in primo piano sulla destra, avesse disposto la collocazione del dipinto dedicandolo al culto di san Girolamo e che il nipote Gerolamo Piperario ne avesse ordinato l'esecuzione nell'anno 1546.
Lo spostamento dell'opera dalla sua sede originaria avvenne probabilmente tra la fine del XVIII e gli inizi del XIX secolo poiché nella seconda metà del settecento i diversi storiografi cremonesi lo ricordano ancora collocato nello stesso luogo mentre Giuseppe Grasselli lo menziona già nell'attuale collocazione a seguito di un acquisto da parte del parroco Angelo Oliva.
La storiografia locale e anche la più recente critica non sembrano mai aver messo in dubbio l'autografia di Antonio Campi, attestata peraltro dalla piccola iscrizione *Ant…/D…* ancora leggibile sul piccolo cartiglio affisso al piccolo tronco d'albero alla base dell'opera.
All'atto del nostro intervento l'opera risultava quindi essere probabilmente la prima opera certa e considerata d'esordio del giovane Antonio (allora ventitreenne) seppur ancora fortemente legato ai modi del fratello maggiore Giulio al contatto del quale avvenne la sua formazione e probabilmente grazie al quale ne ottenne la committenza: evidenti risultano infatti le analogie con la Pala Roncaroli, dipinta da Giulio Campi nel 1544 per la chiesa cremonese di San Domenico e ora a Palazzo Farnese a Roma (deposito del Louvre).

Stato di conservazione

L'ultimo intervento documentato cui è stato sottoposto il dipinto è da far risalire al 1967, anno in cui il noto restauratore Ottemi della Rotta che all'epoca lavorava anche per il Museo civico di Cremona fu incaricato dalla Soprintendenza di Mantova di effettuare un restauro completo i cui interventi di foderatura e di tensionamento su una nuova struttura di sostegno risultano peraltro ancora funzionali.
La segnalazione di Giulio Bora nel 1985 (I Campi e la cultura artistica cremonese del Cinquecento, p. 185) di cadute di colore sul lato destro, non presenti all'atto del nostro rilevamento, fa presupporre che proprio in occasione della mostra del 1985 il dipinto sia stato sottoposto ad un ulteriore intervento di manutenzione o di restauro di cui purtroppo al momento non si sono recuperate notizie.
Verificate quindi la buona adesione tra tela da rifodero e tela di lino originale e la possibilità di ovviare al leggero allentamento della stessa sul telaio ligneo semplicemente sostituendo le zeppe lignee con tensori angolari metallici, l'attenzione si è concentrata sullo studio dell' immagine purtroppo poco fruibile non solo a causa di sporco superficiale ma soprattutto per la presenza quale strato protettivo di una vernice evidentemente pigmentata. Ciononostante anche la semplice analisi visiva dell'opera consentiva di leggere numerosi interventi di ritocco di diversa natura ed invasività oltre ad alcune ampie zone del dipinto in cui la stesura pittorica

risultava piuttosto scadente, sicuramente non congrua con la mano di Antonio Campi, ma soprattutto con la maniera esecutiva della sua epoca.
Altro problema che si sottoponeva alla nostra attenzione era la presenza, sul dipinto di formato rettangolare ed evidentemente non modificato nella sua struttura, di una composizione all'interno di una sagoma centinata: già G. Bora presume che il dipinto prevedesse in origine una cornice centinata; la visione a luce radente evidenzia tuttavia una continuità materica della vegetazione e dei drappeggi anche sotto la stesura bruna corrispondente alla centina.
Prima di procedere a qualsiasi intervento, esclusa una prima rimozione del semplice sporco superficiale, si è ritenuto opportuno, anzi fondamentale, sottoporre l'opera ad alcune analisi scientifiche sia per ricavare dati utili per confermare la paternità del dipinto sia per acquisire informazioni preziose circa l'esatto stato di conservazione della pellicola pittorica originale nelle zone di sospetta ridipintura.
Nello specifico si sono eseguite prime analisi non invasive ovvero: fotografie della luminescenza UV, riflettografia IR, riprese all'infrarosso in falsi colori ed esame radiografico.





Figure 1 e 2: a sinistra immagine della pala prima dell'intervento, a destra luminescenza UV.

Intervento
Risolti i semplici problemi strutturali grazie ad un migliore tensionamento dell'opera ed un consolidamento delle rare zone presentanti difetti di adesione mediante colla di coniglio, si è affrontato il complesso problema della pulitura.
Rimosso il semplice strato di sporco superficiale il dipinto è stato fotografato con luce UV: la lettura dei risultati ha evidenziato una diffusa luminescenza riferibile alla vernice pigmentata dovuta al restauro del 1967; ha inoltre mostrato tracce di ritocchi ad essa sovrastanti, e, soprattutto, la presenza di una serie di tasselli di pulitura eseguiti in tempi relativamente recenti.
Questi tasselli sono stati poi riverniciati e patinati per essere nascosti, ma risultano ben visibili alla luce di Wood, a conferma della ipotesi inizialmente formulata di un intervento di manutenzione successivo al 1967 e forse risalente al 1985, anno della già citata mostra sui Campi.
Ciò fa supporre che ad un certo punto dopo il 1967, vista la scarsa leggibilità dell'immagine, siano stati aperti dei tasselli di pulitura; evidentemente, la complessa situazione riscontrata a livello della pellicola pittorica,

alterata da numerose ridipinture, peraltro stratificate, ha dissuaso l'operatore dal proseguire con la rimozione delle vernici costringendolo a richiudere quanto aperto.
Lo stesso problema si è riproposto durante il presente intervento: mentre ad una osservazione visiva, prendeva sempre più corpo l'ipotesi che la forma centinata fosse da attribuire ad una modifica autografa apportata in corso d'opera, il manto della Vergine ed il cielo parevano mostrare vaste ridipinture con blu di cobalto, forse eseguite proprio in occasione del trasferimento del dipinto dalla sede originaria alla chiesa di Sant'Ilario.
Il dipinto è stato quindi sottoposto nella sua totalità a riflettografia IR e riprese IR in falso colore e, per campionature mirate, ad indagine RX. La riflettografia IR e le riprese in falso colore hanno evidenziato con buona precisione la geografia delle cadute di colore e dei ritocchi ormai invisibili alla luce di Wood ma risalenti ad almeno quattro interventi diversi; hanno fornito inoltre buone indicazioni circa l'esecuzione della centina già in corso d'opera, in quanto le linee del tendaggio e delle fronde d'albero proseguono effettivamente sotto la stesura bruna semicircolare ma solo abbozzate e prive di colore; già grazie a queste analisi si è poi evidenziato che in origine la Vergine reggeva nella mano destra un oggetto purtroppo non chiaramente identificabile.





Figure 3 e 4: riflettografia IR del totale prima e durante l'intervento.

L'indagine RX eseguita di conseguenza nella zona interessata, oltre a rivelare che le dita della Madonna stringevano una piccola colomba ha permesso inoltre di scoprire, alla sinistra della testa di San Girolamo, il capo e le mani di un personaggio maschile che non è da escludersi possa essere identificato con il donatore Girolamo Piperario.
Per quanto riguarda la colomba, risultava evidente anche ad una osservazione visiva che la copertura fosse contemporanea alla ridipintura del manto della Vergine, cosa peraltro confermata dall'infrarosso in falsi colori che indicava lo stesso pigmento sia nel rifacimento del manto blu, che nell'occultamento della colomba; invece l'epoca e le motivazioni per cui il personaggio sia stato nascosto con le fronde della pianta richiedevano ulteriori approfondimenti diagnostici.





Figure 5 e 6: riflettografie IR particolare della mano della Vergine e della centina.



Figura 7: indagine RX della pala (particolare).

A questo punto, appurata la necessità di liberare il dipinto dalla vernice deturpante, si è proceduto alla sua rimozione e a quella delle integrazioni più recenti, con miscela di alcool isopropilico e metiletilchetone, in percentuali diverse secondo le necessità.
Ora, sia all'osservazione diretta che a luce radente risultava ancora più evidente che cielo, abito, manto della Vergine e abito del donatore erano interessati da diverse antiche reintegrazioni e più o meno vaste ridipinture.
Al contrario, la materia della zona in cui la radiografia ha evidenziato la figura occultata, pareva assolutamente omogenea e coerente con la cromia della vegetazione originale della zona superiore, sia per cretto che per materiali e modalità esecutive.
L'ulteriore analisi mirata mediante riflettografia IR tramite tubo vidicon, quindi sfruttando una maggiore lunghezza d'onda, ha evidenziato una figura ben rifinita, confermando quanto visto nella radiografia: l'occultamento è da considerare quindi autografo e contestuale alla realizzazione del dipinto, seppure non se ne conoscano tuttora le motivazioni.




Figure 8 e 9: personaggio nascosto, a sinistra immagine RX, a destra riflettografia IR con tubo Vidicon.

Nell'intento, auspicato dalla competente Soprintendenza, di restituire l'opera ad una lettura il più possibile fedele a quanto lasciato dall'artista esecutore, si è ritenuto opportuno effettuare ulteriori indagini per confermare quanto modificato in corso d'opera e quanto sovrammesso per problemi di degrado.

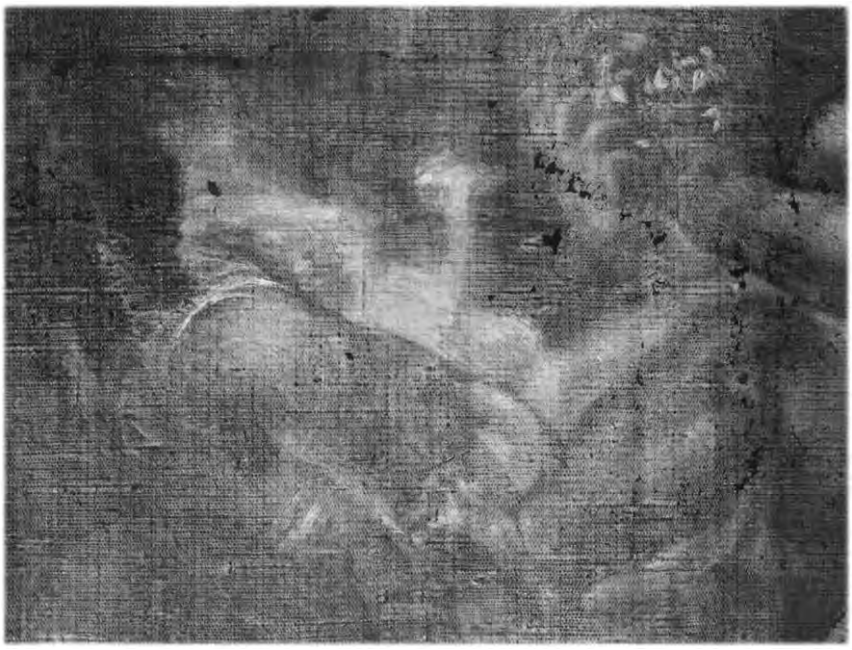


Figura 10: immagine RX particolare della colomba.

La fluorescenza a Raggi X portatile ha consentito di rilevare la significativa presenza di blu di cobalto steso al di sopra di uno strato a base di rame (azzurrite) sul manto della Vergine e parzialmente sul cielo, a conferma di interventi di ridipintura sicuramente non antecedenti alla seconda metà del XVIII secolo. L'analisi della zona corrispondente alla figura celata ed alle superfici limitrofe ha invece mostrato come, a fronte di congruità nei

materiali, vi fosse un incremento dei segnali attribuibili al piombo in corrispondenza del volto nascosto rispetto alla vegetazione soprastante. Questo dato, confortato dall'alone chiaro visibile attorno alla testa nella radiografia, permette di ipotizzare che il pittore abbia steso una base contenente biacca o minio prima di ricoprirla con la vegetazione.



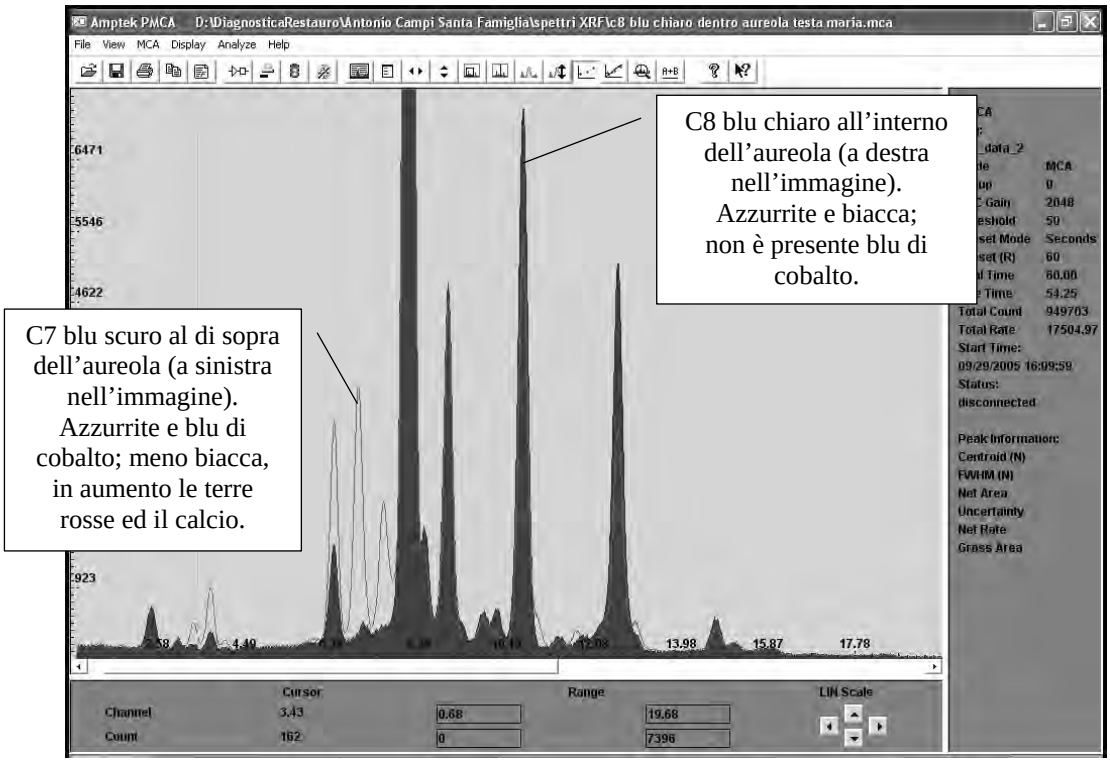


Figure 11 e 12: campionamento ed indagine XRF (spettro) dei blu.

L'interpretazione dei dati analitici ottenuti mediante l'applicazione di indagini non invasive ha reso possibile indirizzare i micro-campionamenti invasivi, volti ad acquisire ulteriori utili informazioni finalizzate a comprendere ancor meglio la situazione stratigrafica delle zone problematiche e la natura dei materiali costitutivi l'opera; in particolare la presenza dello stesso tipo di resinato di rame (non chiaramente evidenziabile con la *fluorescenza rx*) su entrambe le zone di vegetazione, ha definitivamente confermato che l'occultamento della figura a sinistra di San Gerolamo doveva essere avvenuto in corso d'opera. Altre importanti informazioni riguardano sia la caratterizzazione dei vari strati che l'utilizzo di legante oleoso nelle stesure pittoriche sovrastanti (luminescenza UV).

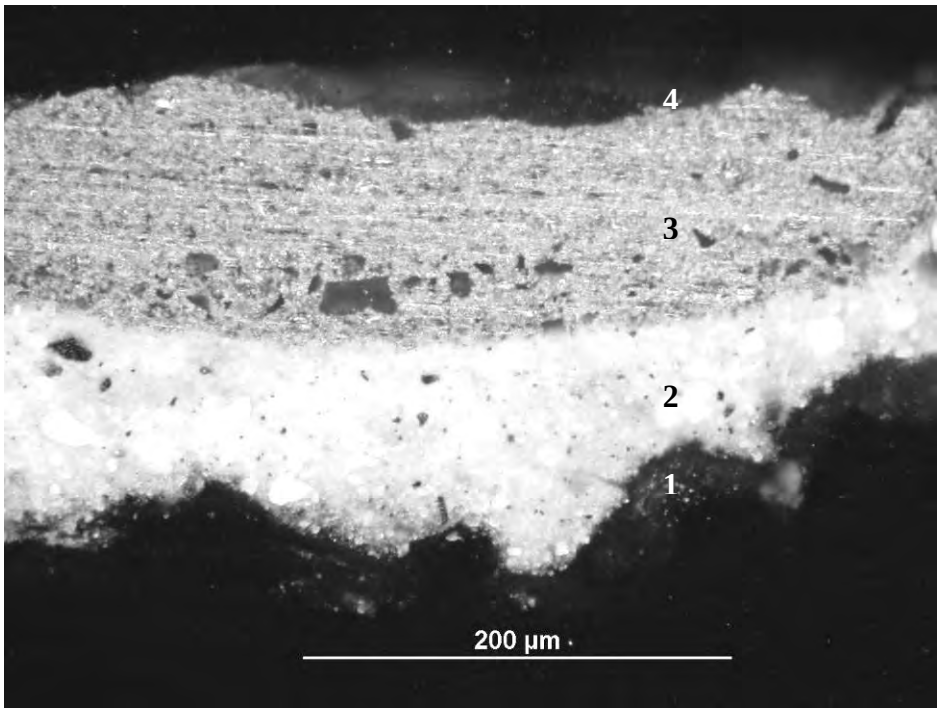
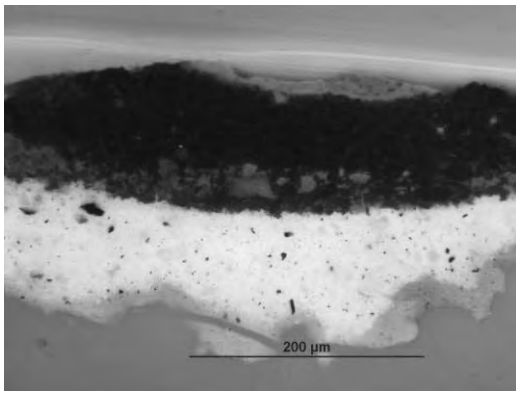


Figura 13: sezione stratigrafica Campione di Rosso Madonna vicino al piede

LETTURA STRATIGRAFICA

1) Tracce brunastre traslucide con presenza di residui proteici ed oleosi (tracce della preparazione)
2) 0,08 – 0,12 mm - Campitura grigio chiara con biacca (bianco di piombo, carbonato basico di piombo) e nero di carbone in legante oleoso.
3) Strato rosso: si distinguono almeno due distinte stesure col medesimo pigmento costituito da cinabro.
4) Stesura di "terre rosse".



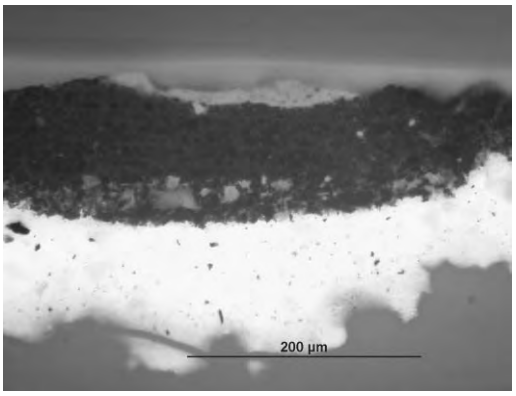


Figure 14 e 15: l'osservazione al microscopio ottico in luce UV ha evidenziato nelle tracce brunastre una tenue fluorescenza attribuibile alla presenza di materiale proteico – lipidico, mentre nelle stesure pittoriche soprastanti la fluorescenza giallastra è indicativa della presenza di legante oleoso.

A questo punto erano stati acquisiti tutti gli elementi indispensabili per la comprensione del dipinto e necessari per poter ultimare l'intervento di pulitura. Appurato che centina e vegetazione erano parte integrante del dipinto si è posto invece il problema del recupero dell'iconografia originale mediante la rimozione della ridipintura che occultava la piccola colomba nella mano della Vergine. Considerata la natura degli strati sovrammessi si è messa a punto ed utilizzata una soluzione di Alcool Butilico e Ammoniaca al 2% in acqua per intaccare lo strato più superficiale; successivamente una soluzione tampone Carbonato di Sodio – Bicarbonato di Sodio per ammorbidire e consentire la rimozione della porzione di ridipintura sovrastante l'originale biacca della colomba. Al contrario, dopo aver eseguito alcuni test di pulitura, si è esclusa l'ipotesi di una rimozione totale della medesima ridipintura a base di Cobalto presente anche sul manto della Vergine, in quanto la stesura originale a base di azzurrite risultava fortemente degradata. L'analisi dello stato di conservazione del dipinto ha portato ad escludere la rimozione anche delle altre ridipinture coeve alla precedente, che, seppur di qualità

sicuramente inferiore a quelle della stesura originale, risultavano comunque ancora funzionali alla lettura del dipinto. Ultimato il delicato intervento di pulitura il dipinto, previa stuccatura delle lacune con tradizionale stucco a base di gesso di Bologna e colla di coniglio, è stato reintegrato mediante colori a vernice per restauro.
Le verniciature intermedie sono state eseguite con vernice Dammar in Essenza di Petrolio e finite con un sottile film di cera microcristallina.





Figure 16 e 17: a sinistra prima, a destra dopo l'intervento.

Conclusione

In un caso complesso come il recupero e la riproposizione della pala di Antonio Campi raffigurante la *Sacra famiglia con S. Gerolamo e offerente*, la sinergia tra le diverse professionalità si è rivelata fondamentale non solo nell'ottica del restauro inteso come intervento puramente fisico atto alla conservazione, ma soprattutto come in quella dell'intervento inteso come scelta di cosa rimuovere e cosa mantenere. Essenziale si è rivelata la conoscenza e l'interpretazione dell'opera nella sua struttura materica ed evolutiva. Il restauro, al giorno d'oggi, non può prescindere dalle più moderne tecniche di indagine, che permettono un'ampia gamma di analisi non distruttive: la grande quantità di informazioni così ottenibili, unita al fatto di non dover più intervenire in modo invasivo sulla superficie delle opere, possono rendere la diagnostica uno strumento risolutivo nei casi più complessi, ed un ausilio fondamentale alla professionalità dei restauratori.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Grasselli "*Guida storico sacra della città e sobborghi di Cremona per gli amatori delle belle arti*", Cremona, 1818
2. G. Grasselli "*Abecedario biografico dei pittori e scultori ed architetti cremonesi*", Cremona, 1827
3. Giulio Bora, in "*I Campi e la cultura artistica del cremonese nel Cinquecento*", Electa, 1985
4. Giovanni Rodella, in "*Restituzioni 2006 – tredicesima edizione – tesori d'arte restaurati*", Banca Intesa, Vicenza, 2006
5. Marco Tanzi, in "*I segni dell'arte. Il Cinquecento da Praga a Cremona*", Catalogo della mostra, Cremona, 1997

IL PROGETTO DI RESTAURO DEGLI APPARATI DECORATIVI DELLA VILLA ROMANA DEL CASALE A PIAZZA ARMERINA. MOSAICI, OPUS SECTILE, DIPINTI MURALI ED ELEMENTI SCULTOREI

Sabino Giovannoni[***], Mauro Matteini[*], Lorella Pellegrino[**], Giancarlo Raddi Delle Ruote[***], Antonio Rava[***].

[*] CNR-ICVBC Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali
[**] Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro
[***] Conservatore, libero professionista

Linee progettuali

L'intervento di recupero e di salvaguardia degli apparati decorativi, che caratterizzano la Villa del Casale, costituisce l'obiettivo prioritario che si intende perseguire in sintonia con i criteri e le indicazioni formulate dall'Alto Commissario l'On.le Vittorio Sgarbi, per *"Il progetto di restauro e di musealizzazione della Villa Romana del Casale di Piazza Armerina"*, curato dal Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro della Regione Sicilia.
Sostanzialmente a tale scopo sono finalizzati buona parte degli interventi progettati, ancorchè non direttamente incidenti sulle decorazioni, alla conservazione delle quali viene destinata una consistente somma del finanziamento previsto.
Strettamente correlata alle esigenze di conservazione delle superfici decorate, è la scelta di realizzare un nuovo sistema di protezione, e di estendere la stessa all'area delle terme comprendente il tepidario, il calidario ed il sistema dei forni, non interessata dalle coperture progettate negli anni '50 dall'Arch. Minissi, ed attualmente esposta al degrado degli agenti atmosferici. Ad analoghi obiettivi mira l'intervento programmato di rimodellazione delle terre adiacenti l'edificio, che risultano in più zone a diretto contatto con le murature intonacate e decorate con pitture a fresco. Operazione questa finalizzata a ripristinare un congruo livello delle murature fuori terra ed un idoneo sistema di allontanamento delle acque meteoriche, principale causa dell'umidità da contatto e da risalita capillare, che interferisce negativamente con la buona conservazione delle superfici decorate. L'eliminazione, o quanto meno la drastica riduzione, di tale fattore di degrado, propedeutica a qualsiasi operazione di restauro dei tappeti musivi e degli intonaci parietali, consentirà di evitare traumatiche operazioni di distacco delle parti di mosaico dai massetti di cemento, sui quali erano state collocate negli interventi post scavo. Per questi ultimi si prevedono operazioni in situ di bonifica localizzata, in corrispondenza delle armature, laddove le indagini già effettuate e le ulteriori prospezioni previste ne evidenzieranno la necessità.
Le previsioni progettuali relative agli apparati decorativi sono improntate al restauro conservativo del prezioso *corpus* che costituisce testimonianza storica unica; criteri e metodologie d'intervento si basano sui recenti studi di settore cui il C.R.P.R. ha contribuito, con la campagna di conoscenza effettuata nel corso di questi anni. Le tappe di queste ricerche sono state illustrate nel 2003 all'interno del Convegno Internazionale di Studi "*La Materia e i Segni della Storia – Apparati musivi antichi nell'area del Mediterraneo. Conservazione programmata. Contributi analitici alla Carta del Rischio*". In quella sede i risultati dello studio sono stati sottoposti alla riflessione critica di esperti e personalità scientifiche del settore provenienti da molti paesi Europei e del Mediterraneo. La verifica della correttezza ed efficacia dei criteri e strumenti individuati, e l'acquisizione degli indirizzi culturali e scientifici su teorie e tecniche da seguire, hanno così permesso di programmarne l'applicazione all'interno di questo intervento di restauro.
Imprescindibili esigenze di ordine economico e temporale, in relazione soprattutto ai termini fissati dal finanziamento comunitario, rendono impossibile l'attuazione di una completa e definitiva operazione di restauro del vasto repertorio di decorazioni presenti nelle superfici interne ed esterne della villa. La strategia progettuale adottata definisce perciò livelli d'intervento differenziati che calibrano le operazioni da eseguire in funzione delle condizioni di degrado già rilevate e delle priorità definite dall'Alto Commissario.
Tale scelta garantisce, pertanto, un'operazione generalizzata di conservazione che arresta, o abbatte comunque sensibilmente, i processi di degrado che minacciano in atto gli apparati decorativi.
Il progetto prevede, sostanzialmente, differenti tipologie di intervento per il restauro e la conservazione dei dipinti murali che presentano finiture policrome o monocrome, delle superfici parietali rivestite con lastre marmoree o con porzioni di esse, degli elementi fittili parietali, delle pareti che presentano le impronte della originaria tecnica di esecuzione o l'allettamento degli apparati parietali di finitura, dei tappeti musivi in *opus tessellatum* con tessere marmoree o vitree con decorazioni modulari geometriche o con elementi fitomorfi ed antropomorfi, degli elementi architettonici scultorei (colonne, lesene e capitelli etc.), della pavimentazione in *opus sectile*, delle svariate fontane marmoree e mosaicate, e per la conservazione del complesso sistema di *suspensure* che costituisce l'area del *tepidarium* e del *calidarium*.

In particolare le operazioni previste sono:
- Il restauro completo di tutte le pavimentazioni in *opus sectile* dell'aula basilicale e delle piscine, comprensivo della fase di intervento che comprende l'integrazione delle parti mancanti;
- Il restauro completo di buona parte della pavimentazione musiva, caratterizzata dalle pessime condizioni di degrado e dalla massiccia presenza di integrazioni cementizie che ne compromettono la conservazione;
- Il restauro completo di buona parte dei dipinti murali interni o esterni alla villa, caratterizzate dalla corposa presenza di decorazioni inedite poichè occultate da uno spesso strato di limo alluvionale carbonatato;
- Il restauro di quasi tutti gli elementi architettonici scultorei in marmo policromo o in malta (risultato degli interventi di musealizzazione eseguiti a seguito dello scavo) e per queste è previsto lo studio e la realizzazione dell'equilibrio tonale di finitura;
- Il restauro completo di tutte le fontane in marmo o mosaicate, compromesse da strati da deposito calcareo ed infestazioni di origine biotica;
- l'intervento di manutenzione ordinaria e straordinaria delle aree del *tepidarium* e del *calidarium* e delle restanti superfici decorative parietali e pavimentali in mediocre stato di conservazione caratterizzate dalla presenza di integrazioni a calce, realizzate negli anni immediatamente successivi allo scavo, e che per questo non richiedono l'immediata dismissione, attraverso l'inibizione degli attacchi biodeteriogeni e la messa in sicurezza delle porzioni instabili o pericolanti e la protezione superficiale al fine di scongiurare ulteriori perdite di materiale originario;

Le sopraelencate categorie di lavoro prevedono tutte le operazioni necessarie per la conduzione di un corretto restauro, che implica:
- lo scavo o il micro scavo stratigrafico per la rimozione delle terre addossate alle superfici perimetrali e per la individuazione di quote originarie e canali di adduzione e smaltimento delle acque di alimentazione originaria della villa;
- la prepulitura degli apparati pavimentali, parietali e scultorei;
- la collazione, la caratterizzazione e lo studio della localizzazione di appartenenza di tessere, lacerti di intonaco ed elementi litici erratici utili alla riconfigurazione delle superfici decorative;
- il preconsolidamento di porzioni decoese o delle parti pericolanti;
- il trattamento di disinfestazione eseguito a più cicli per tutta la durata dell'intervento per l'inibizione di licheni, muschi, alghe e piante superiori;
- la rimozione controllata e stratigrafica di integrazioni non compatibili col manufatto originario;
- la pulitura differenziata per la liberazione delle superfici e dei supporti di allettamento originari;
- l'estrazione dei sali in profondità, attraverso ripetuti impacchi desalanti diversificati;
- lo stacco di piccole porzioni di manufatti compromessi dalle armature in ferro adottate nei precedenti interventi restaurativi, anche attraverso la esecuzione di calchi;
- il consolidamento strutturale dell'organismo architettonico e superficiale di tessere e strati pittorici;
- l'intevento di stuccatura di frammentazioni, fessurazioni e lesioni;
- l'integrazione di parti mancanti anche attraverso la riconfigurazione cromatica delle lacune;
- il trattamento finale delle superfici;

La villa ed i suoi apparati decorativi

La villa-palazzo di Piazza Armerina, edificata in più fasi edilizie, fra il 300 ed il 370 sec. d. C., costituiva probabilmente la residenza padronale e forse anche il centro amministrativo della *pars dominica* e di tutto il latifondo, ad essa collegato, sfruttando il sedime di una precedente villa rustica del II° sec.. La costruzione, posizionata nell'impluvio della valle, è orientata lungo l'asse principale est-ovest, con vestibolo posto ad occidente, mentre all'antistante portico poligonale si accede da meridione, provenendo dall'antica strada consolare di collegamento tra Agrigento e Catania.
Definita dal Finley "casa di piacere", si configura come un organismo monumentale autosufficiente, in posizione panoramica e dominante, luogo dedito alla ricerca del godimento degli spazi, all'interno del recinto che ne determina il perimetro, attraverso portici, esedre, terrazze, solaria, in una atmosfera di intimità e distacco.
La disorganicità, tipica dell'architettura tardo-romana, caratterizzata dalla disposizione su vasta superficie di un insieme di corpi di fabbrica, ciascuno con una funzionalità propria, e l'andamento orografico del terreno, hanno determinato la giacitura a ventaglio dei diversi complessi edilizi e il disegno planimetrico articolato e asimmetrico.
La villa, edificata su una costruzione preesistente, aveva cinquanta stanze, cortili, gallerie, bagni e corridoi, raggruppati in quattro complessi, cui si accedeva attraverso un ingresso principale monumentale:
- la palestra ed il quartiere termale
- il peristilio con camere adibite a soggiorno e foresteria
- gli ambienti privati e la grande basilica
- il triclinio o sala tricora e il cortile ellittico

Tali spazi, così raggruppati, assolvevano alle varie funzioni pubbliche e private, necessarie allo svolgimento della vita quotidiana, all'ospitalità e ai ricevimenti.
Le sale principali, distinte in due corpi separati, si distribuivano attorno al peristilio centrale, il cui fulcro principale è rappresentato dalla grande aula basilicale, dal lato orientale si estendeva un complesso di ambienti di rappresentanza, caratterizzato dalla sala tricora e, a questa collegata da un grande cortile ellittico, verso il fronte occidentale, era situato il complesso delle terme.
La parte pubblica della villa, è caratterizzata negli ambienti di ingresso, nel vestibolo, nel peristilio quadrangolare e nel peristilio ovoidale, da pavimenti musivi e pitture alle pareti con figure di grandi dimensioni, mentre nell'ambulacro, nelle sale absidate e nel triclinio triabsidato, pur mantenendo il tema figurativo nei pavimenti musivi si riscontrano alle pareti rivestimenti marmorei; l'aula basilicale, presenta invece pavimenti e rivestimenti parietali esclusivamente marmorei, policromi ed impreziositi ulteriormente da complessi moduli geometrici.
In tutti gli ambienti della villa si osserva un crescente lusso ornamentale ed una ricercata decorazione nella definizione degli spazi che raggiunge il suo culmine nella grande aula basilicale, che domina l'ambulacro, destinata al ricevimento.
E' da notare come la presenza del marmo caratterizzi sempre gli ambienti pubblici, esattamente, come già accaduto secoli prima a Roma, nella casa di Augusto sul Palatino. Altri rivestimenti marmorei si ritrovano nelle decorazioni parietali dei due ambienti all'interno dell'appartamento del *dominus* realizzati in un periodo successivo al primigenio impianto della villa, e nelle terme, le cui pareti marmoree sono connesse alle esigenze pratiche e funzionali.
La parte privata, del complesso residenziale e dei servizi, è caratterizzata da pavimenti rustici e musivi e da pitture parietali con figure di piccole dimensioni.
In via esemplificativa si vuole approfondire, la descrizione di una delle parti più articolate dell'intero complesso, il corpus edilizio delle terme, che si articola lungo un asse di simmetria longitudinale est-ovest e si compone di diversi ambienti che, in funzione della loro distribuzione o il tipo di decorazione, rivestono carattere pubblico o privato.
La connotazione pubblica si evince dalla possibilità di accesso alle terme direttamente dal portico poligonale, che consentiva l'ingresso indipendente, totalmente esterno al complesso residenziale, non interferendo con esso; le decorazioni musive pavimentali, sono caratterizzate da scene di giochi al circo e allo stadio.
Il carattere privato, invece, è palese nelle decorazioni dei mosaici che ne decorano l'ingresso, dal peristilio quadrangolare, che illustrano la domina e i suoi figli, o in altri quadri figurativi degli *apoditerya* del *frigidarium*.
L'intero programma iconografico, abbastanza ricco e non privo di accenti ufficiali, sottolinea il rango di appartenenza e il gusto del committente.
I soggetti prescelti riproducono scene di vita di mare e di animali, di bagni, di pesca, di caccia, di spettacoli di musica e di teatro, sino a illustrare complesse composizioni pittoriche e narrative, la maggior parte delle quali tratte dalla mitologia greca; i temi sono dettati dal carattere dell'edificio; il grande repertorio iconografico può permettere di penetrare in ogni aspetto della vita e del pensiero di chi abitava quei luoghi.
L'ingresso al complesso termale, dal portico poligonale, è costituito da un piccolo ambiente a pianta quadrata la funzione di questa stanza, tipicamente di passaggio, per i fruitori esterni delle terme è costituito da un tappeto musivo con una cornice con cubi visti prospetticamente, che racchiudono uno schema con quadrati e losanghe. Nella parte absidata si ritrovano, decorazioni costituite da una quadrettatura, delimitata da una doppia guarnizione puntinata e un quadrato con una croce interna.
Un secondo accesso alle terme avveniva anche in maniera privata dalla domus, dal peristilio quadrangolare, tramite un vano trapezoidale con decorazioni pavimentali che raffigurano la domina che si reca al bagno con i figli. Da questo si arriva alla palestra, tramite alcuni gradini, formata da un grande vano di forma rettangolare, i cui lati minori sono conclusi da due nicchie absidate. La sala della palestra presenta superfici pavimentali musive decorate con scene ludiche, che raffigurano una corsa di quadrighe nel circo Massimo di Roma; alle pareti, dietro otto grandi colonne marmoree, l'intonaco è dipinto a finti marmi
Un vano di passaggio, dalla palestra conduce al grande locale del *frigidarium* con gli annessi *apoditerya*. L'ambiente si connota per una spazialità architettonica complessa e polifunzionale; troviamo una sala centrale, a pianta ottagona, contornata da otto colonne e sei piccoli ambienti con absidi: gli *apoditerya*; due di queste sono vani di passaggio che conducono alla palestra e alla successiva stanza delle frizioni; gli altri quattro apoditerya assolvevano alla funzione di spogliatoi.
I pavimenti mosaicati delle sei lunette sono decorati con scene che rappresentano servitori in atto di prov vedere al cambio degli abiti di diversi personaggi, forse
della famiglia del *dominus*.
La scena dei mosaici pavimentali della sala ottagona illustra, secondo una lettura circolare, un grande paesaggio marino, dove trovano posto numerosi pesci, nereidi, tritoni, quattro barche con amorini intenti alla pesca ed ancora eroti pescatori e il tiaso marino. Il bordo perimetrale è invece costituito da una fascia che imita alterne lastre marmoree in serpentino e breccia.

Gli altri due lati della sala ottagona del *frigidarium* si aprono verso due piscine, originariamente coperte con volte ed alimentate con acqua fredda proveniente dal condotto dell'adiacente acquedotto. I fondi delle vasche, in origine mosaicati con tessere di grandi dimensioni, successivamente vennero ricoperti, sia nelle pavimentazioni che nelle pareti, con lastre marmoree allettate con malta di cocciopesto. Le vasche erano adibite a funzioni diverse, la più piccola con tre absidi veniva utilizzata per le immersioni, la più grande con un'abside, per il nuoto.
La grande sala ottagona, come riportano le cronache di scavo del Gentili, era terminata da una volta emisferica, realizzata con piccoli tubuli di argilla cotta a sezione circolare e decorata con tessere di mosaico a pasta vitrea, finiture che connotavano l'ambiente per una particolare ricercatezza; tutti gli ambienti conservano ancora brevi brani di rivestimento parietale con lastre marmoree.
Dal *frigidarium* si passa, tramite uno degli *apoditerya*, alla piccola stanza delle frizioni. Il vano, a pianta quadrata, è provvisto di finestre e conserva l'unico chiusino di scarico originario di tutta la villa, eseguito in marmo bianco come il colore del fondo dell'intero tappeto musivo.
Lungo il perimetro si dispone una cornice geometrica, al cui interno vengono rappresentate scene di schiavi che ungono e frizionano con l'olio alcuni personaggi.
Da questa stanza si accedeva all'ultima sala del tepidario, anche questa definita nei lati brevi da due absidi, mentre sul lato maggiore, opposto a quello di ingresso, erano collocati i *praefurnia*. L'ambiente era foderato, lungo le pareti, da tubuli di argilla per la diffusione del calore; la pavimentazione, per lo stesso scopo, era rialzata su *suspensurae*, costituite da piccoli pilastri, costituiti da mattoni quadrati di cotto. I pochi lacerti musivi, rimasti sulle *suspensurae*, conservano motivi decorativi con dentelli, archetti, meandri e raffigurazioni di gare. Due vani di passaggio immettevano ai *calidaria*, utilizzati probabilmente uno per le donne e uno per gli uomini.
Un primo *calidarium* è dotato di una vasca semicircolare e di un *praefurnium*; la pavimentazione, anch'essa su *suspensurae*, si trova ad una quota più alta rispetto a quella della vasca, della quale rimangono piccoli frammenti. Il secondo *calidarium*, conserva il suo *praefurnium*, il rivestimento parziale con lastre di marmo, una vasca rettangolare e *tubuli* in terracotta a sezione quadrangolare, posti lungo le pareti e fissati con staffe metalliche. L'intero pavimento era anch'esso su suspensuarae, ridotte ormai a pochi lacerti, senza alcuna decorazione musiva.
L'ambiente del laconicum, si costituiva come vano rettangolare absidato, privo di finestre e munito di suspensurae, ad esso era collegato un praefurnium definito con tubuli alle pareti.
Gli altri ambienti della villa sono caratterizzati per diverse tipologie iconografiche sono: il corridoio sotto portico del grande peristilio, mostra un pavimento disegnato con una maglia quadrata regolare, all'interno dei riquadri, figure di animali inscritti in una ghirlanda, alle pareti sono appena percettibili riquadri dipinti con i toni del giallo e del rosso; il corridoio o ambulacro superiore antistante la basilica, è decorato con un grande tappeto mosaicato con scene figurate che riproducono tutte le fasi di una grande caccia in territorio africano, qui purtroppo le pareti risultano oggi quasi prive di intonaco; gli ambienti prospicienti il peristilio alternano pavimenti a disegni geometrici con pavimentazioni figurate di estrema raffinatezza, come il pavimento della piccola sala absidata del corpo meridionale, con la raffigurazione di una scena di caccia, alle pareti dei vani più esterni, si conservano ancora quadri pittorici raffiguranti figure femminili danzanti o nell'atto di bagnarsi; la grande aula absidata, destinata alle manifestazioni semipubbliche del proprietario, mai sottoposta a restauro. L'importanza di questa aula è sottolineata, oltre che dalle sue enormi dimensioni (è l'ambiente più grande dell'intera villa), proprio dai rivestimenti parietali e pavimentali che sono esclusivamente marmorei e ottenuti con commessi (*opus sectile*) di marmi policromi di qualità, provenienti da diverse regioni del Mediterraneo. Nonostante l'incuria quasi la metà del pavimento è ancora recuperabile e che, nei settori che hanno perduto la superficie marmorea, sono ancora individuabili le impronte delle lastre asportate ed è quindi ricostruibile il disegno pavimentale; la grande sala tricora o triclinio è decorata con mosaici di grande effetto scenico che raffigurano le fatiche di Ercole.
All'esterno, tutti i muri perimetrali dei quattomila metri quadri di edificio, sono caratterizzati da un inedito ciclo di affreschi con decorazioni a finti marmi del tutto illeggibili poichè sottostanti allo strato di limo carbonatato che occulta quasi totalmente anche i dipinti murali dei vani interni della villa.

Programma di intervento

Le indagini già effettuate ed il supporto delle consulenze specialistiche già attivate hanno permesso di definire tutte le fasi operative di un restauro scientifico.
Nel restauro delle superfici, occorre avviare preliminarmente prove di pulitura nei singoli ambienti, col supporto dell'analisi chimica e colorimetrica dei costituenti, allo scopo di comprendere a pieno le differenti problematiche che interferiscono con la conservazione dei tappeti musivi e degli affreschi, per la individuazione della patina originaria verranno eseguiti test di solubilità, con l'uso di miscele e sistemi di intervento non invasivi e non aggressivi.

Per gli intonaci dipinti il progetto ha predisposto uno specifico magistero di esecuzione, che contempla l'attenta rimozione stratigrafica delle spesse incrostazioni che ricoprono i brani praticamente inediti, l'identificazione e verifica dell'estensione dello strato pittorico, il mantenimento integrale degli strati di preparazione del supporto murario, il consolidamento e l'integrazione pittorica necessaria.
Le pavimentazioni in mosaico ed in *opus sectile* saranno oggetto di interventi diversificati per un totale di 3700 mq. circa. I restauri prevedono una definizione fino allo strato di protezione finale, senza intervenire sulle lacune. Interesseranno interamente i mosaici del *Frigidario*, *Peristilio*, fontana e Sacello dei Lari, *Triclinio* triabsidato.
Verrà restaurato *l'opus sectile* della Basilica ed il rivestimento marmoreo delle piscine annesse al *Frigidario*. Gli interventi di manutenzione sono localizzati nel Corridoio della Grande Caccia e in alcuni vani degli appartamenti privati, prospicienti lo stesso ambulacro e le corsie sud e nord del Portico quadrangolare. Gli altri interventi di restauro interesseranno i portici, poligonale ed ovoidale e la zona terminale delle terme comprendente il *calidario.*
Sarà studiata la realizzazione di un sistema articolato di supporti informativi e didattici, calibrandolo ai diversi profili di fruizione e caratterizzandolo per il basso impatto fisico e percettivo sugli spazi dell'edificio, utilizzando sistemi innovativi ad alta tecnologia.
L'intervento previsto costituisce il primo tassello di una manutenzione che interesserà il sistema complessivo dei percorsi e gli edifici ubicati nelle prossimità della Villa.
In relazione al notevole onere finanziario per l'intervento di restauro di mosaici e intonaci e di rifacimento del sistema di coperture e passerelle è indispensabile un cambiamento radicale delle strategie di gestione della villa; abbandonando la logica del restauro come evento eccezionale e traumatico per sostituirla con una politica di prevenzione, attivando contestualmente il contenimento dei costi di manutenzione.
Si prevede di costruire nelle fasi del restauro un protocollo specifico di conservazione preventiva e fruizione sostenibile della villa e di manutenzione programmata delle superfici decorate, del sistema di copertura e dell'impiantistica al servizio dell'utilizzo dell'edificio da aggiornare in relazione alle innovazioni tecnologiche ed alle dinamiche di degrado dell'edificio e dei suoi apparati decorativi.
La messa a punto delle metodologie di recupero e valorizzazione dei dipinti murali e dei mosaici, si presenta come obbiettivo di notevole complessità a causa della quantità di fattori conflittuali da controllare e contemperare soprattutto nella fase d'intervento ma anche a restauro ultimato, attraverso imprescindibili opere di manutenzione, fermo restando che l'obbiettivo primario è comunque quello di garantire risultati di adeguata durabilità.
Il problema principale è quello dei *sali solubili*, ovvero, degli effetti indotti dalla loro ciclica cristallizzazione, sia all'interno delle tessere musive e delle loro malte, sia negli intonaci decorati e delle murature di supporto.
Mosaici, marmi e affreschi, infatti, sono pesantemente degradati dall'azione di tali sali di provenienza diversa, a cui in molti casi, si aggiunge anche l'attacco da parte di micro-organismi, nonché l'interferenza dei materiali di restauro inadeguati recenti e passati.
Le analisi preliminari, effettuate dai tecnici dei laboratori scientifici del C.R.P.R., con il contributo di numerosi Professori Universitari di Palermo, Roma e Venezia e dell'I.C.V.B.C. del C.N.R di Firenze e Milano, per la caratterizzazione dello stato di conservazione hanno ben evidenziato nei mosaici e negli affreschi della Villa del Casale la presenza di sali solubili di provenienza diversa quali le falde acquifere, l'infiltrazione di acque meteoriche non drenate, l'uso di materiali di restauro fonte di sali, quali il cemento, etc. Tra questi sali sono stati riconosciuti prevalentemente: *solfato di calcio*, *solfato di sodio*, *cloruri di sodio* e *potassio*, tutti agenti noti per la loro pericolosità nei confronti dei materiali porosi. E' stata identificata, in alcuni casi, anche *ettringite*, un prodotto derivante dalla interazione del gesso con i cementi, esso stesso assai pericoloso per gli effetti di rigonfiamento che provoca in corso di neo-formazione.
Sotto il profilo conservativo si è dovuto, fino dall'inizio, tener conto delle differenze di comportamento di tali sali in relazione ai possibili provvedimenti da adottare per renderli inerti o comunque neutralizzarne l'azione.
Se infatti, per i sali di calcio e magnesio (principalmente gesso e talvolta Ettringite) è percorribile la via dell'*insolubilizzazione* (trasformazione in derivati inerti e insolubili), per i solfati di sodio questo è vero solo in parte (limitatamente alla componente solfatica), mentre, per cloruri di sodio e potassio, non risulta allo stato attuale alcuna soluzione pratica di questo tipo. Rimane per quest'ultimi il periodico *desorbimento*, attuato attraverso una sistematica strategia di manutenzione programmata.
Come anticipato, per i sali di calcio e magnesio esiste ed è da decenni collaudato, un procedimento di insolubilizzazione che si fonda sul trattamento con soluzioni acquose di idrossido di bario.
Nella fattispecie, dovendo assicurare una azione anche negli strati più interni, si è suggerito di intervenire attraverso inoculazioni con siringhe o flebo dell'idrossido di bario fino alla profondità di alcuni centimetri, praticando piccoli fori nelle lacune esistenti, per contenere al minimo l'invasività dell'intervento.
Per quanto riguarda il programma di desalazione, sarà realizzata una procedura che prevede l'utilizzo di trattamento a impacco desorbente con malte minerali espanse ad elevato effetto-spugna e facilmente demolibili.

Ciò permette di programmare la manutenzione delle superfici, intervenendo con una procedura accessibile, non di costo elevato, da applicare a rotazione su ciascuna sala.
E' evidente che le integrazioni in cemento, impropriamente applicate in passato nelle aree lacunose della decorazione musiva, devono essere rimosse in quanto costituiscono fonte di sali solubili (solfati soprattutto) che migrano radialmente verso i mosaici confinanti e aggravano ulteriormente la situazione.
Dopo la rimozione, da eseguire per via meccanica adottando tutte le necessarie precauzioni per non interessare con possibili vibrazioni la stabilità dei mosaici confinanti, si procede alla sostituzione con integrazioni a base di malte minerali, altamente porose e permeabili, tali da costituire superfici di sfogo dei sali e di conseguenza, facilmente smantellabili.
L'effetto estetico sarà raggiunto con l'aggiunta in pasta di aggregati di colorazioni e adeguate, o per le porzioni di piccole dimensioni se riproponibili, perchè facenti parte di geometrie ripetitive, procedendo pittoricamente, con adeguati equilibri cromatici.
La pulitura delle superfici si presenta come problema particolarmente complesso. Infatti, date le tipologie differenziate dei materiali da rimuovere dalla superficie delle tessere (sali solubili e poco solubili, sporco di natura grassa, cerosa, resine di trattamenti precedenti, sottoprodotti dei trattamenti cementizi, etc.) era prevedibile che impacchi con sola acqua sarebbero risultati non sufficienti. Infatti, fino dall'inizio ci si è orientati verso l'utilizzo di impacchi a blanda alcalinità, con tempi di applicazione da stabilire di volta in volta, che consentono di solubilizzare anche gran parte dei depositi di natura grassa, saponificabili.
Si impone infatti una rigorosa selettività nel metodo di applicazione cercando di limitare al minimo, ovviamente, gli agenti di natura acida.
Anche completando la pulitura (ossia la rimozione del velo calcareo mediante sistemi complessanti) è prevedibile che lo stato rugoso della superficie, dovuto alle tante vicissitudini conservative passate, provochi comunque un effetto di diffusione della luce, per cui il recupero del contrasto cromatico potrà non risultare ancora ottimale, a tal fine l'applicazione di materiali filmogeni organici, sia di tipo ceroso, sia, tanto più, di natura organico-polimerica, è da escludere. Nel contesto di conservazione dei mosaici, infatti, questi trattamenti faciliterebbero sia la fissazione del particellato atmosferico che la cristallizzazione interna dei sali.
Dopo un'accurata valutazione condotta nei laboratori dell'I.C.V.B.C. di Firenze prendendo in considerazione procedimenti diversi, tutti su base minerale, il trattamento con ossalato di ammonio è risultato il più efficace.
Esso rispetta gran parte delle esigenze imposte dalla conservazione in situ, grazie al carattere minerale e alle proprietà idrofile. Questo trattamento è conosciuto primariamente per l'effetto di passivazione rispetto all'aggressione acida che induce sulle superfici di manufatti lapidei calcarei e sulle facciate con intonaci in esterno. In aggiunta a tale proprietà primaria, in relazione al tipo di micro-rugosità di superficie esso dà luogo, in alcuni casi, ad un recupero notevole sotto il profilo ottico-estetico, poiché, riducendo la microrugosità, attenua la diffusione della luce. Questo effetto è stato chiaramente osservato sia nei test di laboratorio condotti sui frammenti di mosaico che, in situ, nelle prove preliminari realizzate su aree pilota.
Trattamenti assai simili sono da prevedere anche per gli intonaci affrescati. Essi stessi infatti sono costituiti da sistemi calcarei e sono affetti da problemi di degrado di natura non dissimile da quella delle tessere dei mosaici (disgregazione da sali solubili, efflorescenze, etc.) con effetti spesso totalmente obliteranti per le campiture dipinte sottostanti. La pulitura degli spessi strati di concrezioni calcaree che ricoprono le superfici, miste ad argille e silicati fortemente adesi alle superfici, mostra particolari difficoltà che possono essere superate con una attenta azione selettiva, attraverso l'uso dei metodi prescelti per la pulitura, dai più blandi ai più tenaci, per ottenere una rimozione graduale in funzione della solubilità dei depositi. Per i depositi insolubili è stato testato l'uso del sistema laser Nd Yag che mostra un'azione puntuale positiva eliminando le pellicole più tenaci ed aderenti agli intonaci affrescati.
Un tipo di approccio diverso deve invece essere pensato per le aree dipinte con pigmenti a base di rame che, come noto, non tollerano gli agenti a base di ammonio (né il carbonato né l'ossalato). Per la pulitura e la desolfatazione di queste aree si è valutato di procedere, in alternativa, mediante resine a scambio anionico. Quanto al consolidamento, esso verrà realizzato con il metodo dell'idrossido di bario sempre escludendo le aree dipinte con pigmenti di rame.
E' fondamentale che preliminarmente sia stato attuato il consolidamento di profondità dei distacchi tra intonaci e murature, con iniezioni di miscele a base di pozzolana ventilata e depurata dai sali mediante lavaggi ripetuti, calce e fluidificante per garantire una miglior penetrazione nelle cavità interne. Le stuccature di precedenti restauri vengono sostituite con impasti di calce aerea stagionata ed inerti selezionati a diverse granulometrie. Per ottenere gli effetti cromatici che costituiscono l'aggregato della malta originaria, non vengono usati inerti come cocciopesto e pomice poiché igroscopici, ma al contrario vengono preferiti inerti macroporosi come pozzolana e polvere di calcareniti, miscele di malte deboli e macroporose queste, che consentono maggior permeabilità al vapore acqueo.
Infine, anche in questo caso, un trattamento con ammonio ossalato (escludendo i pigmenti di rame), produce un qualche recupero dei valori estetici, potenziando un ritocco pittorico con colori ad acquerello che garantisce il riodino e la leggibilità dei frammenti e dei brani recuperati con la pulitura.

Molte integrazioni sono previste con questo approccio minimale, riducendo esclusivamente il disturbo di erosioni e fratture per le scene dipinte che vengono mantenute il più possibile nelle condizioni in cui sono state a noi tramandate, pulite e consolidate con raccordi cromatici di pochi punti di integrazione. Analogamente per riconfigurare piccole porzioni, sui fondi bianchi e nei settori geometrici del manto musivo, vengono utilizzate le tessere di recupero, conservate in grande quantità nei depositi della villa, mentre le porzioni più impegnative, vengono risolte con stesure di malte incise e dipinte con l'intento di ricostruire il ductus di campiture e configurazioni originarie.
Nello stesso modo vengono trattati gli affreschi laddove le geometrie lo consentono, esclusivamente con colori ad acquerello intervenendo con delicati equilibri cromatici essenziali alla lettura del ciclo pittorico. L'opus sectile pavimentale dell'aula basilicale richiede l'adozione di diversi sistemi di integrazione, poiché, oltre alla riconfigurazione delle porzioni di lastre policrome mancanti, riconducibili con l'uso di malte colorate in pasta o di frammenti erratici rinvenuti nell'ambito della ricognizione, necessita della scelta di un metodo a se stante per la vasta area giunta a noi priva di rivestimento marmoreo, e che dovrà essere resa calpestabile, allo scopo di rendere fruibile il grande vano basilicale.
In conclusione il metodo è ancora oggi al vaglio di tecnici e teorici per il raggiungimento di una fruizione potenziata dello straordinario ciclo di mosaici e affreschi, un lavoro molto impegnativo che sta coinvolgendo un vasto gruppo interdisciplinare di ricerca.

Indice

PREFAZIONE a cura di Achille Bonazzi **I**

PROGRAMMA **III**

SESSIONE 1 – ESEMPI DI PROGETTAZIONE

L'orologio Astronomico della Gran Torre di Cremona un bozzetto dipinto su carta ed i cartoni preparatori dell'affresco **3**
Francesca Telli, Curzio Merlo, Mario Lazzari, Cinzia Aprà, Gaia Petrella, Veronica Zoppi, Alessandro Maianti

L'analisi stratigrafica degli elevati: una proposta di protocollo analitico **13**
Lorenzo Appolonia, Anna Piccirillo, Dario Vaudan, Simonetta Migliorini, Danilo Cavallini, Annie Glary.

Santa Maria in Gradi a Viterbo: la reversibilità nella metodologia di intervento ricostruttivo delle architetture interne di Nicola Salvi (1730/1) **19**
Rosa Cipollone, Alessandro Danesi

Il controllo delle condizioni espositive e di trasporto dell'icona San Nicola e scene agiografiche appartenente al museo bizantino della fondazione arcivescovo Makarios di Nicosia **25**
Elisabetta Giani

Polimatericità di un cartelame settecentesco e del suo restauro conservativo strutturale **33**
Franco Boggero, Roberto Bonomi, Giovanna Scicolone, Giovanni Testa

Le interviste agli artisti come strumento ai fini conservativi **45**
Maria Pugliese, Barbara Ferriani, Antonio Rava

SESSIONE 2 – PROBLEMATICHE D'INTERVENTO

Un cambiaso nei "minimi termini" **55**
Roberta Bianchi, Enrica Carbotta, Tiziana Sandri

Indagini ottiche non invasive per la valutazione dell'efficacia dell'intervento di pulitura della statua marmorea di S.Michele Arcangelo di Palazzo Abatellis (Palermo) **61**
Fernanda Prestileo, Giovanni Bruno, Lorella Pellegrino, Maria Francesca Alberghino, Salvatore Schiavone

Ricostruzione, analisi e restauro di un altare a battenti di Marcello Fogolino nel goriziano (XVI sec.) **71**
Teresa Perusini, Nora Krause

Restauro dell'arte contemporanea ambientale: il caso della "Finestra sul mare" di Tano Festa **83**
Antonio Rava

Il problema della conservazione e del restauro di opere d'arte basate sui nuovi media **91**
Ivan Grossi

L'intervento di restauro della Madonna scrigno di Antagnod (Ayas-Valle d'Aosta) **95**
Viviana Vallet, Barbara Rinetti, Gianfranco Zidda, Anna Piccirillo

Protocolli chimico-fisici per la valutazione del deterioramento ambientale di pergamene antiche **101**
Elena Badea, Admir Masic, Lucretia Miu, Cecilia Laurora, Anna Braghieri, Virgil E. Marinescu, Salvatore Coluccia, Giuseppe Della Gatta

Restauri quasi impossibili. Il recupero funzionale e estetico di quattro archetti per violino **109**
Giovanni Lucchi, Paolo Mariani

Pittura ad olio dell'Ottocento. Giacomo Trécourt: un intervento alternativo **121**
Antonio Zaccaria

Intervento sperimentale per la valutazione dell'impatto ambientale di tecniche di pulitura delle superfici lapidee **129**
Guido Driussi

Il restauro dell'Altare di S. Michele della Cattedrale di Cremona **139**
Achille Bonazzi

Palazzo Nobile di villa Torlonia a Roma: problematiche di restauro e "ripristino" degli arredi metallici **145**
M. Demmelbauer

Restauro di dipinti su tela foderati a colla pasta: problemi e metodologie di intervento **155**
Jole Marcuccio, Claudio Marziali, Stefano Marziali

Palazzo Reale di Torino: i tessili d'arredo. Dalla manutenzione al restauro **163**
Cinzia Oliva

SESSIONE 3 – RICERCHE E STUDI APPLICATI

Le murature del Baglio e del Palazzo Filangeri Cutò di Villafrati (PA): studio chimico petrografico delle malte **173**
Giovanni Rizzo, Laura Ercoli, Fabio D'Agostino

Contributo della pirolisi analitica on-line con gascromatografia/spettrometria di massa (py-gc-ms) per la caratterizzazione delle vernici liutarie **181**
Giuseppe Chiavari, Roberto Regazzi, Simona Montalbani

Studio di consolidanti nanometrici per il consolidamento della pellicola pittorica dei dipinti murali. **193**
Eliana Costa, L. Dei, M.C. Gaetani, A. Giovagnoli, M. Iole

Esplorazione della tomba della Mercareccia (Tarquinia) per un'analisi descrittiva dei microorganismi colonizzatori e selezione di ceppi di interesse biotecnologico per la conservazione ed il restauro **199**
Anna Rosa Sprocati, Chiara Alisi, Flavia Tasso, Elisabetta Vedovato, Nicoletta Barbabietola

Metodologie integrate non distruttive per la predisposizione di linee guida finalizzate allo studio della tecnica esecutiva e dello stato di conservazione dei manufatti lapidei **207**
Carlo Lugnani, Monica Favaro, Carlo Biliotti, Sara Bianchin

Verifica della rimovibilità di vernici sintetiche e naturali **215**
Paola Mariotti, Mirella Baldan, Leonardo Borgioli

Equilibrio materiali/ambiente la camera climatica del laboratorio di restauro della provincia di Viterbo **221**
Giorgio Capriotti, Linda Bernini, Antonio Iaccarino Idelson, Carlo Serino

Le sagome di Santa Croce a Urbino: una tipologia di arte religiosa marchigiana. Dalla conoscenza al confronto **227**
Maria Letizia Amadori, S. Barcelli, C. Caldi, C. Capretti, B. Nazzari, A. Vastano

Il Portale Dell'incoronazione nel Duomo di Udine e Il problema dei nuovi trattamenti del materiale lapideo **235**
Paolo Casadio, Monica Favaro, Luisa Fogar, Daniela Pinna, Simone Porcinai, Patrizia Tomasin, Caterina Olivieri, Pietro Vigato

Ricerche e studi applicati al ripristino della leggibilità di un paravento con decorazioni "Alla Cinese" **243**
Desirée Snider

Domus Aurea: osservazione delle superfici per il controllo del microclima e misura delle variazioni **249**
Cinzia Conti, Laura Santarelli

Il microscopio elettronico a scansione a pressione variabile per la diagnostica di alterazioni fungine su beni culturali **259**
Mariasanta Montanari, Flavia Pinzari

Foxing biologico:diagnostica multidisciplinare **267**
Mirca Zotti, Alice Ferroni, Paolo Calvini

Il ruolo degli inchiostri metallo-gallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei **273**
David Chelazzi, Rodorico Giorgi, Piero Baglioni

Intervenire sull'inchiostro metallo-gallico. La sperimentazione del fitato di calcio **281**
Emanuela Spera

I tesori nascosti di Palazzo Pitti restauro di un dipinto cinese su carta delle collezioni lorenesi **289**
Elisabetta Polidori

Il contributo della microscopia elettronica nella valutazione delle modificazioni superficiali indotte mediante trattamenti con nanocalce su litotipi di interesse storico-artistico **299**
Valeria Daniele, Giuliana Taglieri, Raimondo Quaresima

Indagini non distruttive sui materiali e le tecniche esecutive del breviario di Ercole d'Este **307**
Pietro Baraldi, Paolo Bensi, Paola Di Pietro, Milena Ricci

Misure microgeofisiche sulla statua del S. Michele Arcangelo (Scuola Gaginiana, XVI sec.) **317**
P. Capizzi, P.L. Cosentino, G. Fiandaca, R. Martorana, P. Messina, I. Razo Amoroz

Indagini preliminari su cartone cinquecentesco(?) raffigurante Cristo deposto dalla croce **325**
Achille Bonazzi, Mario Lazzari, Curzio Merlo

Marmo di Vezza D'Oglio: una metodologia d'indagine applicata all'identificazione di un marmo utilizzato in Lombardia, in epoca romana, per la realizzazione della statua eroica ritrovata a Cividate Camuno **333**
Silvia Gambardella, Domenico Poggi

SESSIONE 4 – CONSERVAZIONE PREVENTIVA

L'intervento per la conservazione della piroga monossile del lago di Bolsena **343**
Ingrid Reindell, Laura Santarelli, Gianfranco Tei

Il silenzio della manutenzione. Conservazione preventiva e monitoraggio al Sacro Monte di Varallo **351**
Elena De Filippis

Conservazione preventiva del patrimonio fotografico: metodologie di indagine e scheda diagnostica informatizzata **363**
Donatella Matè, Giovanna Pasquariello, Maria Carla Sclocchi, Raffaella Soluri

SESSIONE POSTER

ALTARE DEL CROCIFISSO DI STELLATA PO (FERRARA) - XV SECOLO **377**
Raffaele Diegoli

MINIMO INTERVENTO SU UN PICCOLO DIPINTO AD OLIO SU TELA DELLA GALLERIA NAZIONALE D'ARTE ANTICA DI TRIESTE **381**
Morena D'Aronco

IL RESTAURO E IL MANTENIMENTO DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO. STUDI E SVILUPPI DI TENSIONAMENTO DI DIPINTI SU TELA. ALCUNI ESEMPI DI LAVORI ESEGUITI SU OPERE DI SCUOLA CREMONESE **389**
Davide Parazzi

IL RIPRISTINO TESSILE DEI DIVANI "JUVARRIANI" DEL MUSEO D'ARTE ANTICA E PALAZZO MADAMA DI TORINO **403**
Anna Maria Colombo

TRACCE DI CULTURA DEVOZIONALE SPAGNOLA NELLA PALERMO DEL '600: STUDIO E RESTAURO **411**
Mauro Sebastianelli, Maria Letizia Amadori, Sara Barcelli, Mara Camaiti, Antonella Maccotta, Franco Palla, Antonio Tognazzi

LA TERMOGRAFIA APPLICATA ALLA SALVAGUARDIA DI STRUTTURE ARCHITETTONICHE A CARATTERE RELIGIOSO DELLA PROVINCIA DELL'AQUILA **419**
Domenica Paoletti, Dario Ambrosini, Stefano Sfarra

IL RESTAURO COME MEZZO PER CONOSCERE UN’OPERA D’ARTE **427**
Laura Saettone

VALUTAZIONE DELLA DURABILITÀ DI MALTE E CONGLOMERATI D’ALLETTAMENTO DI EDIFICI STORICI **435**
Helga Corpora, Claudia Fiocchetti, Paola Meloni, Raimondo Quaresima

GLI APPARATI DECORATIVI A MARMORINO IN PALAZZO CAISELLI A UDINE:TECNICA ESECUTIVA E INTERVENTO DI RESTAURO **443**
Pietro Ruschi, Sabino Giovannoni, Stefania Luppichini, Sara Penoni, Cristiana Todaro

PALAZZO DARIO BIANDRÀ A MILANO DAGLI STUDI PRELIMINARI AL PROGETTO ESECUTIVO **449**
Carla Bartolazzi, Luisa Giacomelli, Maurizio Gomez Serito

IL BUSTO RELIQUIARIO DI PALAZZO DARIO BIANDRÀ A MILANO **459**
Davide Formica

BASILICA DI SAN PETRONIO IN BOLOGNA (ITALIA): UN CASO DI STUDIO DI PITTURE MURALI DEL 1525 **467**
Elisa Campani, Antonella Casoli, Maria Elena Darecchio, Francesca Paccagnella, Paolo Zannini

EFFETTI DELLA TEMPERATURA E DEI SOLVENTI SU VERNICI SINTETICHE E NATURALI **477**
Lucia Dori, Leonardo Borgioli, Daniele Piacenti

L'INTEVENTO DI RILIEVO E DI RIPRODUZIONE COME STRUMENTO DI CONOSCENZA PER IL PROGETTO DI RESTAURO E NUOVA ESPOSIZIONE DEL FREGIO DEL "TEMPIO A" DI PRINIAS (GRECIA-CRETA) **481**
Salvatore Rizza, Giuseppe Venturini

SAN GIROLAMO TRA I SANTI PIETRO E PAOLO, UNA GRANDE PALA DI PIAZZA DA LODI **489**
Isabella Villfranca Soissons, Gianluca Poldi, Simone Caglio, Domenico Sedini

IL MARTIRE GENNARO E L’IMPERATRICE ELENA. LE STATUE RESTAURATE DELLA FACCIATA DELLA BASILICA DI SANTA CROCE **499**
Maria Paola Campeglia

LE SPECIE LEGNOSE DELLA SALA MARTORANA DI PALAZZO COMITINI A PALERMO **507**
Bartolomeo Megna, Maria Parlapiano, Giovanni Rizzo

UN CASO SINGOLAREI TRASPOSIZIONE DEL COLORE DI UN DIPINTO SU TAVOLA TRECENTESCO. IL RESTAURO DELLA MADONNA DEL'USCETTO DELLA CATTEDRALE DI ALESSANDRIA **513**
Anna Rosa Nicola, Nicola Pisano

IL CONTRIBUTO DELLE ANALISI IN MICROSCOPIA ELETTRONICA ALLA CARATTERIZZAZIONE TECNOLOGICA E COMPOSIZIONALE DELLE MANIFATTURE IN MAIOLICA: UN CASO DI STUDIO IN SICILIA **525**
Giuseppe Montana, Anna Maria Polito, Luciana Randazzo

LA CAPPELLA DI SCALEA: “LO STATO DELL’ARTE” DI UNA PREZIOSA TESTIMONIANZA BIZANTINA NELLA CALABRIA SETTENTRIONALE **533**
Maria Letizia Amadori, Chiara Arcidiacono, Fabiano Ferrucci, Rosa Anna Filice

RIFLESSIONI SUL RESTAURO DEI RUDERI E RELATIVE PROBLEMATICHE OPERATIVE **541**
Valeria Montanari

“… IN OGNI FIGURA VI SI SCORGE PROPRIO L’ANIMA” IL RESTAURO DEL GRANDE AFFRESCO “LA MOLTIPLICAZIONE DEI PANI” DI BERNARDINO GATTI, DETTO IL SOJARO, NEL REFETTORIO DI SAN PIETRO AL PO A CREMONA **549**
Alberta Carena, Alberto Fontanini, Curzio Merlo

LA PALA DELL'ALTARE DI SAN NICOLA VESCOVO DELLA CATTEDRALE DI CREMONA. LA RICOSTRUZIONE DEL PERCORSO DI UN’ “ANCONA” TRA RICERCHE STORICHE E DOCUMENTI INEDITI **559**
Gianni Toninelli, Michele Bernardi

IL TRASPORTO DELLE OPERE D'ARTE SENSIBILI **567**
Franco Gugliermetti, Fabrizio Cumo, Stefania Sacripanti

CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DI POSITIVI FOTOGRAFICI DEL PERIODO 1890-1910: DEGRADO E CONSERVAZIONE **573**
Barbara Cattaneo, David Chelazzi, Rodorico Giorgi, Tiziana Serena, Curzio Merlo, Piero Baglioni

LA CHIESA DELLA SANTISSIMA TRINITÀ DI ESINE (BS): CONOSCENZA E DIAGNOSTICA PER IL PROGETTO DI CONSERVAZIONE **583**
Carlotta Coccoli, Massimo Valentini, Paola Villa

IL TRATTAMENTO DELLE LACUNE SULLE SUPERFICI DEI MONUMENTI: IL CASO DEL "BEN NOTO" CAMPANILE D'OSSUCCIO **591**
Paola Villa, Simona Guerrini, Stefani Maioli, Roberto Segattini

INTERVENTI SU SANTA MARIA IN GRADI A VITERBO: LA DOCUMENTAZIONE DIGITALE PER LA GESTIONE GEOREFEREZIATA DI CANTIERE ON –LINE (SICAR RW DI LIBEROLOGICO) **599**
Rosa G. Cipollone

MATERIALI E METODI INNOVATIVI PER IL MONTAGGIO DI UN DIPINTO MURALE STRAPPATO SU NUOVO SUPPORTO **607**
Anna Borzomati, Antonio Iaccarino Idelson

LA RICOSTRUZIONE DI UN AMBIENTE ANTICO: LE NUOVE VOLTE DELLA CHIESA HIEMALE DI FIUMICELLO (BRESCIA) **615**
Valeria Ghezzi, Barbara Scala, Laura Sala

L’ UTILIZZO DELLA FOTOGRAFIA TRADIZIONALE E DIGITALE NELLA PRATICA DEL RESTAURO : METODOLOGIE DI INTERVENTO **625**
Filippo Robino

ASSISI: FRAMMENTI DI CANTIERE. UN METODO DI RICERCA ED I SUOI ESITI **629**
Silvia Borghini, Alessandro Danesi, Silvia Gambardella

GLI STUCCHI ALTOMEDIEVALI PROVENIENTI DALLA BASILICA DI SANTA MARIA MAGGIORE DI LOMELLO: INDAGINI E RESTAURO **635**
Marina De Marchi, Paola Strada, Michela Palazzo, Antonio Sansonetti

CONSIDERAZIONI SULLA TECNICA ESECUTIVA DEL CROCIFISSO IN CARTAPESTA POLICROMA DI PIETRO TACCA DAL MONASTERO DI SANTA MARIA MADDALENA DE’ PAZZI DI CAREGGI A FIRENZE **645**
Susanna Bracci, Muriel Vervat

INDAGINI IN FLUORESCENZA RX ED IN MICRO-RAMAN PORTATILI SUI CORALI XIII, XIV E XVIII DI CREMONA **653**
Achille Bonazzi, Pietro Baraldi, Curzio Merlo, Francesca Campana

MARTINO CIGNAROLI. GLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA IN S. AMBROGIO **661**
Sabrina Camilla Mazzola, Fabio Frezzato, Alberto Cottino

ALLESTIMENTO DI UNA COLLEZIONE LICHENO-PETROGRAFICA PRESSO L'ERBARIO CRITTOGRAMICO DI TORINO (TO) PER LO STUDIO DEL BIODETERIORAMENTO DI ROCCE E MATERIALI LAPIDEI **669**
Claudia Gazzano, Sergio bavero Longo, Enrica Matteucci, Rosanna Piervittori, Daniele Castelli

INDAGINI PRELIMINARI RELATIVE AL RESTAURO DELLE ARCHITETTURE DEL GIARDINO DELLA VILLA MEDICI DEL VASCELLO A SAN GIOVANNI IN CROCE (CR) **679**
Paola Bassani, Roberto Bonomi, Susanna Bortolotto, Maria Cristina Palo

DIAGNOSTICA PER LA RESTITUZIONE DEL DIPINTO SU TELA “SACRA FAMIGLIA CON SAN GIROLAMO E OFFERENTE” ANTONIO CAMPI, CREMONA 1546 **689**
Achille Bonazzi, Mario Lazzari, Luciana Manara, Curzio Merlo, Enrico Perni

IL PROGETTO DI RESTAURO DEGLI APPARATI DECORATIVI DELLA VILLA ROMANA DEL CASALE A PIAZZA ARMERINA. MOSAICI, OPUS SECTILE, DIPINTI MURALI ED ELEMENTI SCULTOREI **697**
Sabino Giovannoni, Mauro Matteini, Lorella Pellegrino, Giancarlo Raddi Delle Ruote, Antonio Rava.