

I materiali e la tecnica pittorica di Giulio Aristide Sartorio nel ciclo "Il poema della vita umana" (1906-07): conoscenza e prevenzione per un progetto di musealizzazione

Francesca Caterina Izzo, Elisabetta Zendri, Eleonora Balliana, Laura Falchi
Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University of Venice

Matteo Piccolo, Silvio Fuso
Fondazione Musei Civici Venezia, Galleria Internazionale d'Arte Moderna di Ca' Pesaro, Venice

Henk van Keulen
Cultural Heritage Agency, the Netherlands

Parole chiave: Giulio Aristide Sartorio, Ca' Pesaro, Venezia, tecnica dell'encausto, oli siccativi, cera d'api, crettature, bianco di piombo, bianco di zinco

1. Introduzione e fine della ricerca

Giulio Aristide Sartorio accettò nella primavera del 1906 di realizzare un grande ciclo pittorico su tela da collocare nel Salone centrale della Biennale di Venezia del 1907: "Il Poema della Vita Umana". L'artista propose una iconografia altamente drammatica dell'esistenza umana suddivisa in quattro scene principali – denominate *La Luce, Le Tenebre, L'Amore, La Morte* – intervallate da dieci pannelli verticali (*Le Cariatidi*). La complessa iconografia presentata da Sartorio si presenta come una sintesi del mondo Greco-Latino e della cultura Nordica. Libero da elementi architettonici e sviluppato in monocromo, il ciclo pittorico sorprende per l'eccezionale disposizione di figure in movimento [1]. (Figura 1)

I lavori di Aristide Sartorio sono di notevole interesse sia per l'indubbio valore artistico sia per la particolare tecnica pittorica utilizzata, per la quale l'artista adattò le procedure tradizionali alle nuove esigenze del suo tempo, e proprio queste ultime costituiscono il punto di partenza per la ricerca di adeguate soluzioni espositive per l'intero ciclo.

Per completare in soli nove mesi i 240 m² del ciclo, Sartorio utilizzò una particolare tecnica pittorica descritta dall'artista stesso come "... una miscela di cera, acqua ragia minerale e olio.. chiamata encausto Francese" [2, 3] che permetteva un'esecuzione del dipinto in tempi molto brevi. È noto che Sartorio preparasse artigianalmente le miscele pittoriche (mescolate con pigmenti e prodotte da lui stesso nell'atelier) con l'aggiunta di diverse cere, resine naturali, composti minerali e gomme. Le sue pennellate risultano fluide e gli strati pittorici si caratterizzano per essere abbastanza spessi (in alcuni casi con spessori maggiori di 2 cm) e senza l'applicazione di strati finali di vernice (Figura 2).

Le dichiarazioni dell'artista costituiscono un'importante testimonianza riguardo l'uso di specifici materiali che, nonostante siano caratterizzati da una discreta stabilità nel tempo, possono risultare particolarmente sensibili alle condizioni di esposizione dell'opera.

Il ciclo ha vissuto una complicata storia conservativa sin dal suo primo spostamento. Alla fine del 1906, dopo alcuni mesi dalla sua realizzazione, le tele sono state infatti spedite in treno da Roma a Venezia e installate appena prima dell'apertura della esposizione della Biennale d'Arte (1907) rimanendovi fino alla successiva esposizione (1909). In seguito le opere furono trasferite a Ca' Pesaro, sede della Galleria Internazionale di Arte Moderna di Venezia. Nel 1938 l'intero ciclo fu trasportato alla Galleria di Arte Moderna di Roma, dove rimase fino ai primi anni del 1950, per poi ritornare a Ca' Pesaro. Questi continui trasferimenti (come anche i successivi) richiedevano ovviamente la piegatura e l'arrotolamento delle tele.

A Ca' Pesaro le tele vennero esposte parzialmente fino a circa metà del 1980. In seguito, le pitture vennero probabilmente mostrate in differenti occasioni, soggette a un lavoro di integrazione pittorica e montate su nuovi telai in legno. Nel 1995 tutto il ciclo fu esposto al secondo piano del museo, dove rimase anche dopo la trasformazione di questi locali in deposito provvisorio di opere d'arte (1996-2009). Durante questo periodo il ciclo pittorico è stato quasi inaccessibile ed esposto ad un ambiente conservativo inadeguato, caratterizzato da una grande quantità di polvere, dovuta alla presenza di strutture in legno, al cattivo stato delle finestre dei locali, nonché alla promiscuità all'interno del deposito con materiali da costruzione e per la manutenzione.



Figura 1. Giulio Aristide Sartorio, "Il Poema della vita umana" (1906-07) – Luce, cm 503x646, Galleria internazionale di arte moderna Ca' Pesaro, Venezia



Figura 2. dettagli della tecnica pittorica dal pannello "Oscurità", in cui la fluidità delle pennellate di vernice e lo spessore degli strati risultanti sono dipinte apprezzabile

Quando nel 2011 le opere vennero "liberate", furono osservati differenti fenomeni di degrado: piccole lacune nello strato pittorico; la presenza di grandi macchie scure di origine micotica; diffusi fenomeni di craquelures; efflorescenze; l'appiattimento e l'assottigliamento degli strati pittorici e danni alle cornici in legno.

Era dunque necessario un progetto di conservazione e di manutenzione per rendere fruibili e proteggere le pitture di Sartorio.

Oggi questo straordinario ciclo pittorico è collocato nel nuovo deposito del Museo, dove i parametri ambientali dei locali (umidità, temperatura, livello di ozono, luce) sono stati fissati in accordo con le condizioni ottimali di conservazione suggerite dalla legislazione italiana per la Conservazione dei Beni Culturali [4,5] e vengono costantemente monitorati. Il ciclo è attualmente oggetto di un necessario intervento

di manutenzione e attende con ansia di ritornare a Ca' Pesaro per essere esposto.

Gli obiettivi di questa ricerca sono:

- studiare i materiali e la tecnica pittorica utilizzata da Sartorio per la realizzazione del ciclo pittorico e confrontare i risultati ottenuti con le dichiarazioni dell'artista;
- individuare le condizioni ottimali per la conservazione del ciclo pittorico suggerendo inoltre dei metodi per il monitoraggio del suo stato di conservazione, facilmente utilizzabili durante l'esposizione del ciclo all'interno del museo.

2. Parte sperimentale

2.1. Osservazioni preliminari del ciclo pittorico

La valutazione preliminare della morfologia degli strati pittorici e dello stato di conservazione è stata effettuata attraverso l'osservazione dei diversi pannelli in luce visibile, luce radente e ultravioletta con l'ausilio anche di microscopio digitale a contatto Dino Lite 413TL-X (25-250 x) dotato di illuminante a luce visibile e UV.

2.2. Campionamento

Sono stati prelevati microframmenti degli strati pittorici e della tela dall'opera e campioni provenienti da aree sottoposte a ridipinture. La tabella 1 riassume la tipologia e il numero dei campioni prelevati dai quattro pannelli costituenti il ciclo pittorico.

Tabella 1: tipologia di campione prelevato dai quattro pannelli

Pannello	Tipologia e numero di campioni		
	Tela/ preparazione	Strati pittorici	Zone degradate/ ridipinte
"Le Tenebre"	2	5	2
"La Luce"	3	6	4
"La Morte"	2	5	4
"L'Amore"	1	7	3

2.3. Tecniche analitiche d'indagine

I campioni prelevati sono stati analizzati per identificare i materiali pittorici utilizzati da Sartorio, per identificare la presenza di prodotti di alterazione degli strati pittorici originali e per individuare i materiali di restauro utilizzati nel corso della travagliata storia conservativa dell'opera.

I campioni sono stati preliminarmente osservati con microscopio ottico Olympus SZX15 equipaggiato per microfotografia sia in luce visibile che UV. Con i campioni considerati più significativi sono state inoltre preparate delle sezioni lucide trasversali, osservate successivamente al microscopio elettronico a scansione JEOL JSM 5600 LV equipaggiato con sonda EDX per microanalisi elementare OXFORD-Link Isis series 300.

Analisi dei campioni in fluorescenza a raggi X (XRF) sono state effettuate utilizzando uno spettrofotometro XRF Minipal Philips, equipaggiato con tubo al Rh a bassa potenza operante a 40 kV e 2.2 μ A.

Le analisi in spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier sono state realizzate con spettrofotometro Thermo Nicolet Nexus 670 FTIR accessoriatò con cella ATR in diamante Graseby Specac Golden Gate, nell'intervallo tra 4000 -400 cm^{-1} , con 64 scansioni per analisi e risoluzione di 4 cm^{-1} .

Le analisi in gas cromatografia accoppiata a spettrometria di massa (GC-MS) sono state realizzate con lo strumento Thermo Quest GC-8000 (colonna Supelco Equity®-5, 30 m, 0.25 mm, 0.5 μ m) interfacciato allo spettrometro di massa MS MD-800. La programmata di temperatura è stata fissata da 120°C a 300°C con una rampa di riscaldamento di 10°C/min (isoterma finale di 3 minuti). La temperatura di iniezione era di 300°C, mentre l'interfaccia del MS era a 270°C. Lo spettrometro di massa lavorava in modalità Full Scan (m/z 40-600), 1.9 scan/sec; solvent delay 4.5 minuti, transfer line a 240°C, sorgente a 220°C. L'energia di ionizzazione (EI) era pari

a 70eV. I campioni sono stati lasciati trattati con m-(trifluorometilfenil) trimetilammonio idrossido [6, 7] e lasciati reagire per una intera notte.

3. Risultati e discussione

3.1. Osservazioni preliminari e definizione dello stato di conservazione del ciclo pittorico

3.1.1 Strati pittorici

Le stesure pittoriche, come dichiarato dall'artista stesso, sono state ottenute disperdendo i pigmenti in una miscela di cera, acqua ragia e olio di papavero [2]. Nonostante l'artista ipotizzasse di ottenere così una pittura dotata di discreta elasticità, tale tecnica ha di fatto prodotto una pittura molto secca e rigida. Tuttavia, anche se la superficie pittorica è caratterizzata da diffuse e spesso estese cretature, non sembrano palesarsi distacchi della pellicola pittorica dalla tela, rimandando il problema alla rigidità stessa della pittura.

Diffusa è la presenza di fratture nella pellicola pittorica, definite dallo stesso Sartorio come "fenditure del colore" (figure 3a, 3b). Le fratture nella pellicola pittorica sono presenti in particolare nelle aree dipinte con colori scuri, ma sono comunque presenti anche nelle aree a tonalità più chiare. Queste fratture possono essere in parte imputabili al viaggio delle tele, arrotolate su sé stesse o su rulli, da Roma a Venezia già nel 1907, quando l'opera era stata appena terminata. Sulla superficie pittorica sono infatti chiaramente visibili i segni impressi dalle tele/carte utilizzate per l'arrotolamento.

Le spesse pennellate, tipiche della fluida e corposa tecnica dell'artista (a volte anche con spessori di più di 1 cm), appaiono in molti punti appiattite e schiacciate (figure 3c, 3d). Aspetto probabilmente legato nuovamente alla difficile storia conservativa e alle inadeguate condizioni di trasporto alle quali sono state sottoposte le tele nel passato.

Sulle tele esaminate, la presenza di numerose ridipinture legate a precedenti interventi di restauro è stata inoltre evidenziata attraverso l'ausilio della luce UV. Alcuni dei ritocchi sono stati eseguiti spesso in maniera approssimativa, in quanto coprono sia lacune che parti pittoriche originali.

La presenza di macchie, in particolar modo nelle zone chiare dello sfondo e delle stesure pittoriche delle varie scene, potrebbero essere legate ad un degrado di origine biologica.

Infine, colature o essudazioni del film pittorico sono osservabili sulla superficie delle opere, in taluni casi piuttosto estese e ben visibili specie sotto esposizione a luce UV. Al momento l'origine di queste velature non è del tutto chiara ma potrebbe derivare dalla migrazione del legante pittorico sulla superficie oppure dall'impiego di prodotti utilizzati nei passati restauri.

3.1.2 Tele

Non essendoci evidenze di rifoderature sulle tele esaminate si può presumere che si tratti delle tele originali utilizzate da Sartorio. Le tele sembrano esser tutte dello stesso tipo, probabilmente di lino o di cotone a trama fitta e di fattura industriale come suggerito dalla regolarità della trama e dell'ordito (Figura 4b) [8, 9].

Le tele utilizzate dall'artista sono caratterizzate da una preparazione grigio-cerulea, probabilmente ottenuta con rulli vista l'uniformità e l'omogeneità. Il taglio delle tele lungo i bordi, ripiegati e inchiodati sul retro, mostra una buona consistenza e uniformità tipica della produzione industriale. La figura 4d mostra un dettaglio relativo al bordo esterno di una delle tele.

Le tele presentano sul retro estese aree di colore ambrato, probabilmente legate alla migrazione del legante pittorico (Figure 4a); sono state inoltre notate diverse rotture in corrispondenza di alcune lacune dello strato pittorico.

3.1.3 Telai

Il vasto ciclo di Sartorio non dispone di cornici e le tele sono fissate solo su semplici telai lignei uniti da incastri in legno (Figure 4 c).

Diversi problemi conservativi sono stati rilevati e principalmente legati alla tensione dei legni che compongono la cornice. Questa si presenta in molti punti rotta e poi ricomposta con lamine metalliche (Figure 4 d).

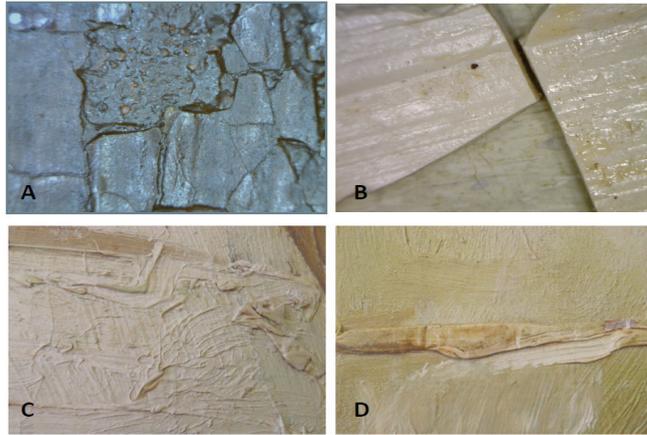


Figura 3. dettagli dello stato di conservazione degli strati pittorici - A) craquelures e lacune (50x), B) craquelure e distacco (200x), C) e D) appiattiti ares (30x)

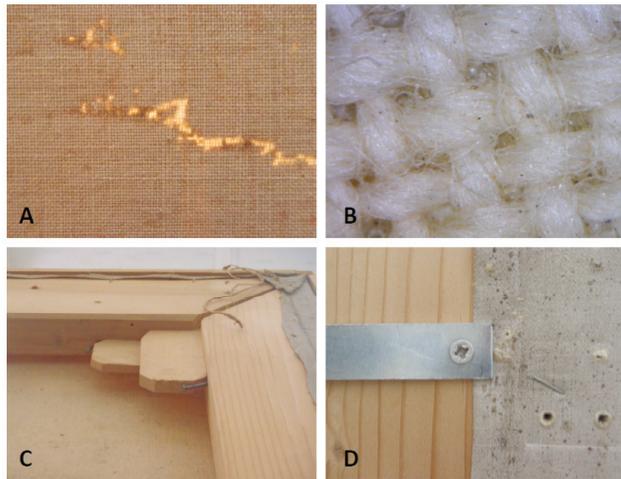


Figura 4. dettagli dello stato di conservazione delle tele: A) recto con lacune visibile (30x), B) ordito e trama (200x) - informazioni sulle barelle di legno: C) giunti in legno e D) giunto metallico

3.2. Studio chimico-fisico dei materiali e della tecnica pittorica

Tutti i campioni prelevati dalle scene principali sono stati analizzati come descritto nel paragrafo 2.3. I risultati indicano che Sartorio utilizzò gli stessi materiali e la stessa tecnica pittorica per la realizzazione di tutti e quattro i pannelli. Di seguito vengono perciò riportati solo i risultati ritenuti più interessanti per descrivere il ciclo pittorico. La natura dei materiali e la definizione della tecnica pittorica vengono descritti partendo dagli strati più interni (tele) fino agli strati più esterni.

3.2.1 Tele e preparazione della tele

Come descritto precedentemente, le pitture di Sartorio sono state realizzate su tele di fattura industriale con preparazione grigio chiara. La figura 5 mostra lo spettro FTIR-ATR ottenuta da un frammento preso dal retro (Figura 5a) e dal verso con la preparazione grigia (Figura 5 b). Le tele sembrano essere composte da fibre vegetali, molto probabilmente lino o cotone, mentre la preparazione è caratterizzata dalla presenza di bianco di piombo (carbonato basico di piombo) miscelato con olio siccativo [10]. Secondo i trattati dell'epoca, le tele preparate industrialmente venivano ulteriormente trattate con diversi strati di bianco di piombo legato con olio di lino, applicati con rulli al fine di ottenere una buona uniformità [8, 9].

La presenza di gesso, olio e colla animale è stata trovata negli strati preparatori bianchi (Figura 5 c) suggerendo così la presenza di ulteriori strati preparatori, presumibilmente applicati dall'artista stesso e soprammessi agli strati di bianco di piombo/olio.

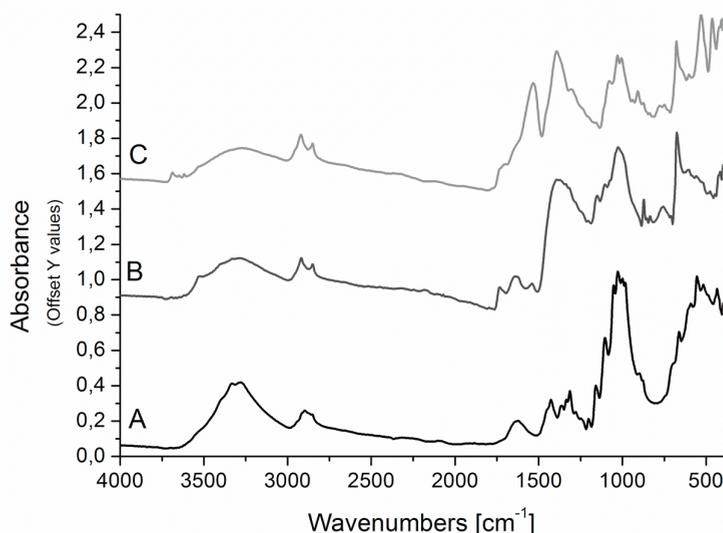


Figura 5. FT-IR-ATR spettri (4000-400 cm^{-1}): A) tela vegetale, B) preparazione industriale contenente biacca e olio secco, C) strati di terra contenenti gesso e colla animale.

3.2.2 Strati pittorici

Le spesse pennellate, tipiche della fluida e corposa tecnica dell'artista sono ben visibili se si osservano le sezione lucide trasversali dei campioni di pittura. Le immagini riportate in figura 6 illustrano la complessità della tecnica pittorica di Sartorio, con strati pittorici ottenuti dalla sovrapposizione di diverse stesure. Gli strati si distinguono per spessori differenti e per la presenza di diversi pigmenti e aggregati, come evidenziato dalle immagini al SEM riportate nella figura 7.

Le immagini ottenute al microscopio ottico e le analisi al SEM-EDX danno un'ulteriore evidenza della presenza di numerosi strati preparatori precedentemente analizzati attraverso la spettrofotometria FTIR-ATR (Figura 7 b).

L'analisi degli elementi presenti negli strati pittorici, ottenuta con microsonda EDX e fluorescenza X, ha mostrato la presenza di piombo, ferro, calcio, zolfo, carbone, silicio, alluminio e zinco (spettro EDX in Figura 7).

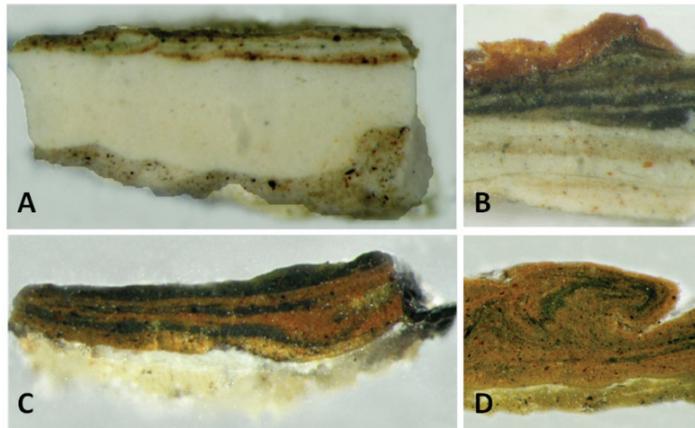


Figura 6. sezioni di campioni di vernice dai Pannelli: Luce (A-30x), Oscurità (B-35 x), Amore (C-30x) e Morte (D-35 x)

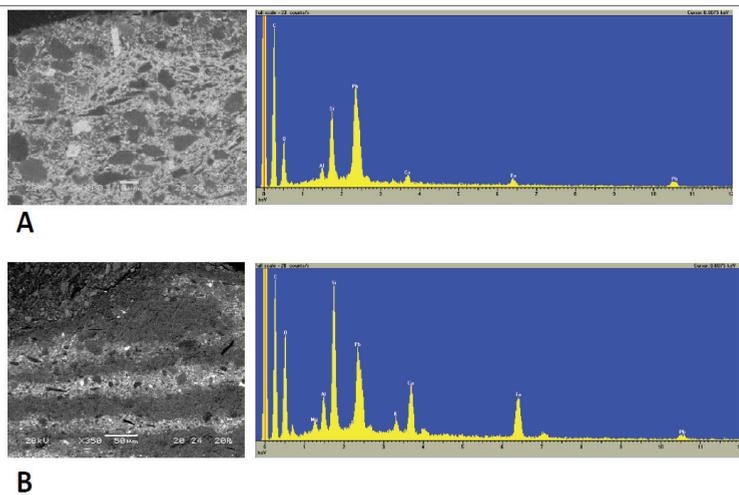


Figura 7. Immagini al SEM e EDX di A) vernice rinfusa da un campione dal pannello "Amore" (1000x) e B) vernice stratigrafia di un campione dal pannello "Morte" (350x) in cui sono stati principalmente rilevati piombo, ferro, silicio, calcio, ossigeno, potassio, alluminio e carbonio.

Questi elementi, associati ai risultati ottenuti tramite FTIR-ATR, ci permettono di supporre che la tavolozza dell'artista includesse pigmenti tradizionali e moderni, come la terra bruciata di Siena (Figura 8 b), le ocre gialle e rosse, il nero d'ossa, il bianco di piombo (Figura 8 a), il bianco di zinco e il blu oltremare (Figure 8 c).

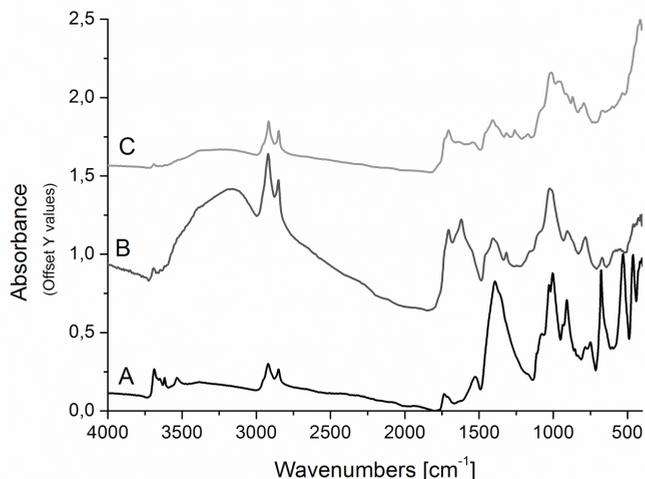


Figura 8. FT-IR-ATR (4000-400 cm^{-1}): A) biacca in olio di essiccazione, B) Terra di Siena bruciata in olio di essiccazione e C) blu oltremare in olio di semi di lino

I risultati relativi all'analisi della componente organica presente nei materiali pittorici hanno ulteriormente sottolineato la complessa tecnica utilizzata da Sartorio. Lo stesso artista dichiara di fare uso di "miscele di cera, acqua ragia e oli", dichiarazione che trova una conferma anche nei dati analitici. Il medium utilizzato per le stesure pittoriche fu infatti ottenuto miscelando oli siccativi con cera d'api, le cui tipiche bande di assorbimento IR sono presenti negli spettri riportati in figura 8 [10, 11, 12].

Questi composti organici sono stati rilevati in tutti i campioni analizzati attraverso GC-MS, assieme a tracce di un solvente aromatico (molto probabilmente acqua ragia minerale). La figura 9 riporta due esempi di cromatogrammi relativi a campioni prelevati dalla pellicola pittorica dopo transesterificazione e analisi al GC-MS. Tutti i composti caratteristici degli oli siccativi sono qui facilmente identificabili (come esteri metilici): acidi dicarbossilici (come gli acidi azelaico, suberico e sebaceo), lunghe catene di acidi grassi saturi (acido palmitico, stearico, laurico, miristico) e acido oleico, insaturo [13, 14]. La presenza di cera d'api è ulteriormente confermata dalla presenza dell'acido 15-idrossi-octadecanoico da catene idrocarburiche con un numero dispari di atomi di carbonio. Poiché Sartorio mescolava da sé oli e cere in ragia minerale per ottenere una pittura pronta all'uso e fluida, le proporzioni tra i vari composti non sono costanti, specialmente considerando le differenze in spessore degli strati pittorici.

I risultati ottenuti con analisi GC-MS hanno inoltre permesso di discriminare sulla base del rapporto tra acido palmitico e stearico (P/S) l'uso di differenti leganti lipidici [13, 14]. Sartorio sembra preferire l'uso di una miscela di olio di papavero (valori di P/S attorno a 3.3-4, Figura 9a) e cera d'api per la stesura delle pennellate chiare. Scelta che potrebbe essere giustificata considerando che l'olio di papavero tende a ingiallire meno con il tempo rispetto all'olio di lino, evitando così fastidiosi ingiallimenti dei colori chiari (come il bianco, il blu chiaro, il verde) [8, 9]. L'olio di lino (valore di P/S attorno a 1.3-1.7) è stato trovato in corrispondenza delle campiture scure. In particolare, è stato rilevato come, per realizzare i disegni, l'artista miscelò del nero carbone e della terra bruciata di Siena con olio di lino cotto, come suggerito dai rapporti tra acido azelaico e suberico (A/Sub) prossimi a 2 [12, 13, 14]. Questi risultati confermano ulteriormente le dichiarazioni del pittore riguardo la sua tecnica pittorica.

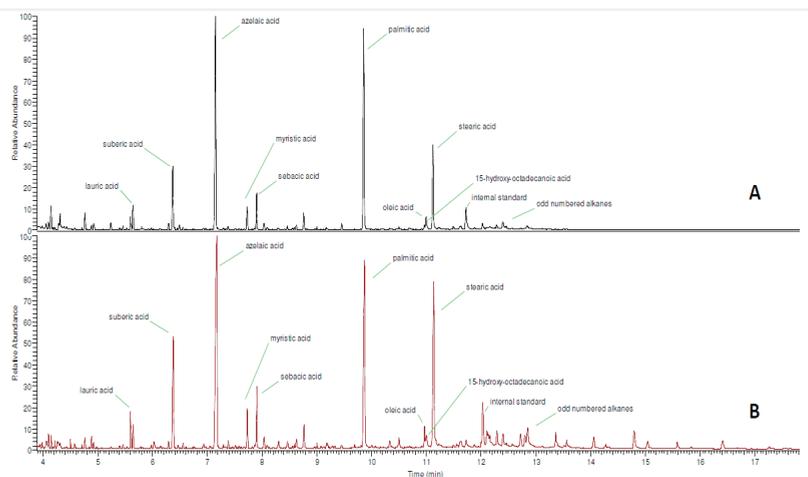


Figura 9. Ione totale nel cromatogramma A) un campione di vernice bianca e B) un campione di vernice marrone scuro dal pannello "Luce" e dopo transesterificazione e analisi GC-MS (standard interno = acido nonadecanoico)

3.2.3 Prodotti di degrado delle pitture, di precedenti interventi di restauro e trasporto

Le grandi tele realizzate da Sartorio presentano diversi prodotti di degrado derivante dal naturale invecchiamento dei materiali utilizzati dall'artista; in particolare sono stati identificati prodotti di ossidazione e reticolazione del film composto da oli siccativi, accanto alla formazione di saponi metallici [10, 15]. Nel ciclo di Sartorio, saponi di piombo e zinco sono stati identificati in corrispondenza delle efflorescenze biancastre visibili sulla superfici pittoriche. I carbossilati di piombo probabilmente sono migrati dalla preparazione a base di biacca e olio e dagli strati pittorici verso gli strati superficiali. L'impiego di bianco di zinco potrebbe spiegare ulteriormente la presenza di grassi acidi insaturi negli strati dipinti. La presenza di ossido di zinco potrebbe inoltre spiegare la presenza di acidi grassi insaturi (in particolare di acido oleico), come osservato anche in altri studi [16, 17, 18]. Sembra infatti che l'ossido di zinco a contatto con un medium di natura lipidica formi delle strutture in grado di trattenere e racchiudere gli acidi grassi insaturi. Questo effetto può presentarsi anche dopo molti anni dal termine del processo di ossidazione, probabilmente per la stabilità di queste strutture complesse ossido di zinco-acido oleico.

Inoltre, i materiali e i prodotti utilizzati per il trasporto delle tele appaiono in molti punti inconsistenti e mostrano evidenti esempi di processi di degrado in atto. Alcune aree dei dipinti presentano una superficie estremamente fragile e rigida, dovuta probabilmente dalla presenza di una colla (molto probabilmente colla Lapin, come evidenziato nello spettro riportato in Figura 8 b), probabilmente applicata sulla superficie dei dipinti per incollare tessuti/carte utilizzate per arrotolare le tele.

La presenza di cera paraffinica e di colori ad acquarello, identificati attraverso analisi FTIR e GC-MS in diverse aree danneggiate, è legata ai precedenti interventi di consolidamento e ritocco.

4. Prospettive future: la conservazione preventiva e il progetto di monitoraggio per il ciclo di Sartorio

Le indagini chimiche condotte hanno messo in luce la presenza di leganti a base lipidica miscelati a cera d'api. In base ai risultati ottenuti, si può ritenere che i processi di invecchiamento dei composti lipidici siano praticamente conclusi e che il film si trovi ora in una condizione di relativa stabilità [11, 12, 19]. Futuri processi di trasformazione saranno perciò legati a particolari condizioni ambientali di conservazione come: variazioni termoisometriche giornaliere o stagionali, irraggiamento con luce naturale e artificiale, presenza di inquinanti gassosi (NO_2 , O_3 , VOC) [20-25].

Considerando l'attuale stato di conservazione delle tele, viene qui proposto un progetto di conservazione preventiva mirato :

- al monitoraggio dei parametri ambientali utili per una corretta conservazione del ciclo pittorico (conservazione "passiva");
- alla riduzione degli interventi diretti sui dipinti (conservazione "attiva") e promozione di interventi minimi e puntuali;
- riduzione dell'impatto economico degli interventi di restauro.

4.1. Prevenzione del degrado: controllo ambientale

Considerando le notevoli dimensioni del ciclo di Sartorio (240 m² complessivi) e l'ipotesi di una futura esposizione delle tele in un museo o in un edificio storico (dove il controllo ambientale è molto spesso complesso), vengono qui proposte delle linee guida circa i valori dei parametri microclimatici considerati più importanti per un ambiente conservativo ottimale.

In base alle attuali ricerche [4,5, 20-25], valori inferiori rispettivamente al 60% di umidità relativa (UR%) e a 25°C di temperatura (T) sono indicati per la conservazione di dipinti su tela come valori ideali di esposizione. Questi limiti sono generalmente consigliati per tutte le pitture su tela, considerando la necessità non solo di controllare eventuali processi di degrado dei film pittorici, ma anche il comportamento fisico-meccanico delle opere nel loro complesso (tele e telai in legno), altrimenti soggette a variazioni dimensionali che potrebbero comprometterne la stabilità.

Il controllo dell'UR % e della T dovrà riguardare anche il retro delle tele, evitando il contatto diretto di queste alle pareti riducendo così il verificarsi di fenomeni di condensa.

Il controllo di umidità e temperatura potrà essere eseguito con l'ausilio di apposite sonde installate direttamente nella sala del Museo e capaci di misurare in continuo i due parametri. In questo modo sarà possibile monitorare le condizioni ambientali per periodi anche lunghi e valutare inoltre l'impatto antropico a seguito di particolari eventi espositivi o in relazione all'orario di apertura e afflusso di visitatori nel Museo.

Il monitoraggio sarà esteso anche al controllo delle specie gassose responsabili del degrado della pellicola pittorica, con particolare attenzione a O₃, NOx e VOC che possono ad esempio innescare trasformazioni chimiche a carico della matrice lipidica [20-25].

4.2 Monitoraggio dello stato di conservazione delle tele

Il controllo dello stato di conservazione delle tele sarà eseguito attraverso tecniche non invasive con misurazioni periodiche in aree dipinte considerate rappresentative per l'identificazione di possibili processi di degrado. Considerando che i processi di degrado delle pellicole pittoriche comportano generalmente delle variazioni morfologiche del film, osservazioni con un microscopio a contatto di punti ritenuti significativi (per spessore e tipologia degli strati pittorici), associate a misure colorimetriche (metodo CIELab, valutazione dei parametri di tristimolo L*, a*, b*), potranno aiutare a identificare i processi di degrado legati a fattori sia endogeni (degrado dei materiali costituenti la pittura) che esogeni (deposizione di polveri luce).

Ogni qual volta ci fossero delle variazioni consistenti della morfologia e/o della cromia delle opere, si procederà al prelievo e analisi di micro campioni per stabilire l'entità e l'origine dei processi di degrado in atto. Grazie ai dati raccolti sarà inoltre possibile intervenire sulle cause ambientali eventualmente responsabili di tali trasformazioni.

Inoltre, per il controllo dei movimenti delle strutture in legno in relazione alle condizioni termo igrometriche dell'ambiente di esposizione e al verificarsi di cambiamenti significativi, saranno messi in opera dinamometri, in punti precedentemente interessati da rotture dei telai in legno, per controllare la tensione delle tele.

La conoscenza dei materiali e della tecniche pittoriche utilizzate da Sartorio dà qui la possibilità di suggerire alcune linee guida generali per una corretta musealizzazione, considerando come prioritaria la prevenzione di futuri processi di degrado, che sono in genere dovuti alle condizioni espositive stesse e a un eccessivo stress legato all'esposizione in sé.

Questa ricerca rappresenta un possibile esempio di come un progetto ideale di musealizzazione debba considerare le specifiche caratteristiche tecniche e materiali delle opere d'arte prima della loro esposizione.

Note biografiche

Francesca Caterina Izzo, laureata in Scienze e Tecnologie Chimiche per la Conservazione dei Beni Culturali presso l'Università Ca' Foscari di Venezia nel 2007. Durante il suo dottorato europeo in Scienze Chimiche, ha collaborato con l'Agenzia Beni Culturali dei Paesi Bassi (RCE) nel Modern Oil Project effettuando sulle analisi organiche di additivi utilizzati nelle pitture moderne e contemporanee. Dal 2012 è ricercatrice in Chimica dei materiali dell'Arte Contemporanea presso l'Università Ca Foscari di Venezia. Collabora con diverse organizzazioni e istituzioni italiane e internazionali, con restauratori, conservatori, collezioni pubbliche e private. Ha partecipato a diversi progetti europei riguardanti la scienza, l'istruzione e la Conservazione dei Beni Culturali.

Elisabetta Zendri, laureata in Chimica Industriale nel 1988 presso l'Università Ca' Foscari di Venezia, dal 2001 è professore associato presso la stessa Università. È stata la responsabile di vari progetti MIUR-COFIN, MIUR-FIRB e MIUR-PRIN sui materiali e le tecnologie per la conservazione della pittura moderna. È la responsabile scientifica per Ca' Foscari del MACC (Modern Art Conservation Centre). L'attività di ricerca è sviluppata in collaborazione con Università nazionali e internazionali. Ha pubblicato più di 140 pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali.

Henk van Keulen è un conservation scientist presso l'Agenzia Beni Culturali dei Paesi Bassi (RCE) dal 1994. Si è formato in chimica analitica e in particolare in gascromatografia-spettrometria di massa. Attualmente si occupa di analisi di materiali organici tradizionali e moderni provenienti da dipinti, mobili e arte moderna. La sua esperienza e conoscenza viene applicata a progetti come POPART (Preservation of Plastic Artefacts in Museum Collections), 20th Century Oils, RadlCal (Recent Advances in Characterizing Asian Lacquer, Getty Center, Los Angeles) e Dry Cleaning of Unvarnished Water sensitive Oils.

Eleonora Balliana ha ottenuto un diploma professionale in Conservazione dei materiali lapidei presso l'Università Internazionale dell'Arte di Venezia nel 1997. Laureata in Scienze e Tecnologie Chimiche per la Conservazione e il Restauro all'Università Ca' Foscari di Venezia nel 2007. Dal 2009 è ricercatrice in Chimica dei Beni Culturali presso l'Università Ca Foscari di Venezia. I suoi temi di interesse sono: lo studio dei materiali artistici e di interazione con l'ambiente, la caratterizzazione e lo studio dei processi di degrado di intonaco, pietra naturale, lo sviluppo e la caratterizzazione di soluzioni sostenibili e a basso impatto per il settore dei Beni Culturali.

Laura Falchi si è laureata in Scienze e Tecnologie Chimiche per la Conservazione ed il Restauro presso l'Università Ca' Foscari di Venezia. Grazie alla collaborazione con due aziende del settore edilizia, ha potenziato la sua conoscenza professionale sulle tematiche relative ai materiali dell'architettura storica e moderna. Nel triennio 2010-2013 ha svolto il dottorato in Scienze Chimiche presso l'Università Ca' Foscari con una tesi relativa allo studio di nuovi sistemi idrorepellenti per materiali lapidei artificiali.

Silvio Fuso ha studiato filosofia ed estetica a Padova con Dino Formaggio e Massimo Cacciari e si è laureato con Giuseppe Mazzariol con una tesi sul design europeo tra otto e novecento.

Alla fine degli anni '70 ha diretto, assieme a Mario Deluigi, l'Università Internazionale dell'Arte a Venezia. Dai primi anni '80 ha operato al Museo Fortuny come curatore delle attività espositive e ideatore e coordinatore del settore videografico. Dal 1994 al 2006 è stato responsabile del Museo Fortuny, dove ha curato mostre e iniziative dedicate in particolare alla fotografia, al video e al design. Dal 2007 è direttore della Galleria Internazionale d'Arte Moderna di Ca'Pesaro.

Matteo Piccolo si è laureato in Conservazione dei Beni Culturali presso l'Università degli Studi di Udine e Diplomato in Archivistica, Paleografia e Diplomatica presso la Scuola dell'Archivio di Stato di Venezia. È autore di diverse pubblicazioni in ambito storico artistico, in particolare per quanto riguarda opere ed artisti dei sec. XIX e XX. Attualmente presta la sua opera come conservatore nella Galleria Internazionale d'Arte Moderna di Venezia, per cui ha curato la schedatura completa del catalogo generale delle sculture, oltre che alcune esposizioni ivi tenutesi.

Da alcuni anni è vicepresidente del Centro Studi Storici di Mestre.