Congresso Nazionale IGIIC – Bando Miglior Tesi Fondazione Paola Droghetti
Lo Stato dell'Arte 24 – ExMA, Ex Mattatoio Comunale, Sassari, 22 – 24 ottobre 2026

IL RESTAURO DI *STRACCI* DI GERMANO SARTELLI: COLLAGE POLIMATERICO E ORGANICO

Sperimentazione della nanocellulosa cristallina per il consolidamento di elementi vegetali

Tesi di laurea di Valentina Sandrin
Corso di Diploma Accademico di secondo livello Ciclo Unico – PFP2, Accademia di Belle Arti di Bologna





Opera prima dell'intervento di restauro.



L'OPERA E LA TECNICA ESECUTIVA

L'opera *Stracci* è un collage polimaterico realizzato nel 1958 e conservato presso il MAMbo, Museo d'Arte Moderna e Contemporanea di Bologna. Il manufatto, di 58,7 × 109,2 cm, è composto da circa 56 lacerti tessili, 11 elementi fogliari e una rete metallica a maglie esagonali; la superficie presenta depositi terrosi, ossidi metallici e residui bituminosi. Il collage è realizzato su un supporto in masonite ad alta densità (HDF), spesso circa 0,5 cm, caratterizzato sul fronte da uno strato preparatorio grigio a superficie goffrata e regolarmente texturizzata.
L'opera è corredata da una cornice lignea dipinta di grigio e da un vetro protettivo posto a diretto contatto con la superficie. Il cartone ondulato applicato sul retro, recante iscrizioni ed etichette museali, conserva documentazione relativa alla storia espositiva del manufatto. Il verso del pannello presenta invece una stratificazione composta da carta, materiale assimilabile a intonaco e diffuse stesure di adesivo sintetico.

L'opera si caratterizza per l'assemblaggio di materiali eterogenei di recupero, sottoposti a differenti modalità di manipolazione e trasformazione che concorrono a definire la complessa tridimensionalità materica. Gli elementi tessili comprendono tela, raso e velluto, costituiti prevalentemente da cotone e viscosa, con presenza di seta, acetato di cellulosa e fibre sintetiche. I lacerti mostrano cuciture, orli, piegature, lacerazioni, deformazioni e bruciature.
Gli elementi vegetali sono fissati mediante adesivo vinilico; due foglie presentano inoltre una sottile stesura pittorica nera. La presenza di polivinilacetato (PVAc) è stata verificata mediante analisi FT/IR, riscontrata anche nei depositi presenti sulla superficie interna del vetro.


Bruciature


Frammenti terrosi


Elementi vegetali


Rete metallica


Cuciture

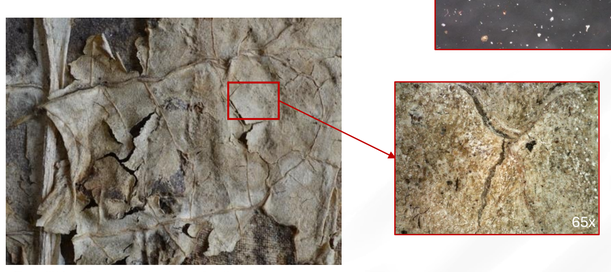

Ossidi metallici

STATO DI CONSERVAZIONE

Le principali criticità conservative riscontrate erano riconducibili alla fragilità intrinseca dei materiali organici costitutivi, alla loro eterogeneità e alle condizioni di instabilità del sistema espositivo. In particolare, è stata rilevata una parziale fuoriuscita del vetro dalla battuta, associata all'imbarcamento del pannello di supporto. Tale condizione determinava sollecitazioni meccaniche sugli elementi tessili aggettanti, sottoponendoli a fenomeni di compressione e incrementando il rischio di perdita di materiale.
La superficie interna del vetro presentava un marcato fenomeno di opacizzazione, accompagnato dalla formazione di depositi, verosimilmente riconducibili alla migrazione e alla condensazione di composti organici volatili (VOC) rilasciati dai materiali presenti all'interno del sistema espositivo.
Le indagini biologiche hanno inoltre evidenziato tracce di pregresso biodeterioramento, tra cui residui miceliali fungini, esuvie larvali di *Anthrenus verbasci* e ovisacchi di ragno. Gli elementi vegetali, mostravano fenomeni di disidratazione e fragilità, associati a frammentazioni, microfratture e sollevamenti localizzati.



Opacizzazione interna del vetro, presenza di VOC.



Fragilità e frammentazione fogliare.

INTERVENTO DI RESTAURO


Pulitura elettrostatica


Nebulizzazione a Funori


Consolidamento pellicola pittorica

L'intervento è stato orientato alla stabilizzazione dei materiali costitutivi e alla riduzione dei fattori di rischio, secondo i criteri di selettività, minimo intervento e ritrattabilità.

Le operazioni svolte hanno previsto:
1. Consolidamento del verso del supporto con Plextol® B500 addensato con Klucel® G all'1%.
2. Disinfestazione biologica mediante trattamento in anossia passiva per tre settimane.
3. Pulitura superficiale attraverso la rimozione elettrostatica del particolato atmosferico mediante lastra di PMMA elettrizzata per strofinio con panno di lana e mantenuta a circa 3–5 cm dalla superficie, senza contatto diretto.
4. Fermatura localizzata dei sollevamenti dei lacerti tessili mediante Beva® 371, applicato su carta giapponese Bollorè e riattivato a bassa temperatura con termocauterio.
5. Consolidamento selettivo dei materiali polverulenti e decoesi attraverso nebulizzazione di Funori® allo 0,50% in acqua demineralizzata, mediante microdiffusore Ecospray® e mascheratura sagomata in film Mylar®.
6. Consolidamento localizzato della pellicola pittorica degli elementi fogliari con Beva® 371 al 15% in Cicloesano e applicazione di nanocellulosa cristallina in dispersione.
7. Consolidamento degli elementi fogliari mediante applicazione a pennello di nanocellulosa cristallina in concentrazione allo 0,5% in acqua demineralizzata ed Etanolo in rapporto 75:25.
8. Riassetto del sistema espositivo mediante realizzazione di un retro-telaio ligneo reversibile e sostituzione del vetro originale con vetro museale antiriflesso dotato di filtro UV.




Opera dopo l'intervento di restauro.

SPERIMENTAZIONE

La presenza di elementi fogliari fortemente disidratati e fragili ha reso necessario sviluppare una ricerca finalizzata all'individuazione di un trattamento capace di incrementare la coesione e la flessibilità del substrato vegetale, limitandone l'infragilimento senza alterarne le caratteristiche ottiche e morfologiche.
La sperimentazione è stata condotta su campioni di foglia di pioppo (*Populus tremula*), selezionato come specie fogliare di riferimento presente nell'opera.
Una prima fase di ricerca ha previsto una campagna esplorativa su 27 prodotti consolidanti e plastificanti; sulla base delle prestazioni morfologiche e chimico-fisiche osservate, la selezione è stata ridotta ulteriormente a 12 formulazioni, privilegiando polisaccaridi, polialcoli e derivati cellulosici, maggiormente affini alla matrice vegetale.
La valutazione ha considerato tre ambiti:

1. PROPRIETA' OTTICHE:
osservazione morfologica;
analisi colorimetrica e glossmetrica;

2. PROPRIETA' FISICO-SUPERFICIALI:
prove di bagnabilità e adesione (peeling-test);

3. TEST EMPIRICI DI FLESSIBILITA':
prove di piegatura ciclica;
prove di flessione.

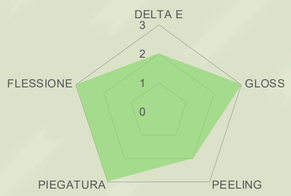
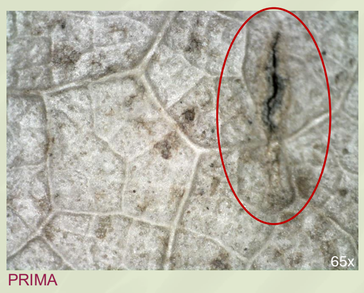


Diagramma radar della nanocellulosa cristallina

L'elaborazione comparativa dei risultati, sintetizzati mediante diagrammi radar, ha permesso di selezionare 6 formulazioni da sottoporre a successive prove di trazione dinamometrica:

- **Nanocellulosa cristallina (CNC)**
- **Nanocellulosa cristallina ossidata (CNCox)**
- **Estratto di Nopal**
- **Klucel® G**
- **Glicerolo**
- **Beva® 371**



PRIMA



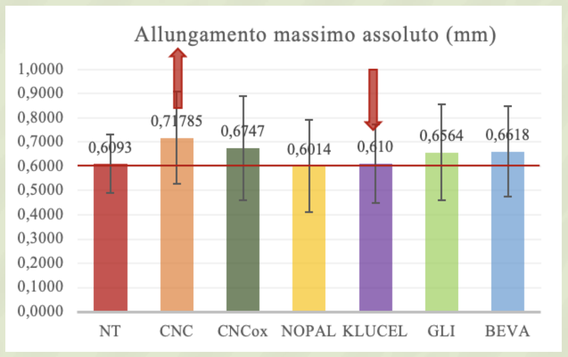
DOPO

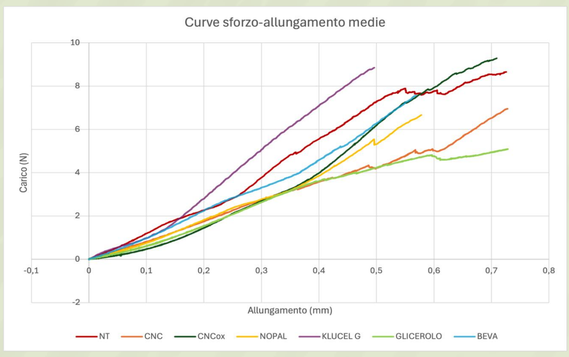
Immagini al Dino-Lite a confronto rispettivamente prima e dopo il trattamento consolidante con nanocellulosa cristallina.



PROVE DI TRAZIONE

La seconda fase sperimentale ha previsto le prove dinamometriche mediante macchina universale dinamometrica Tes T® dotata di una cella di carico da 100 Newton. La prova meccanica si basa sull'applicazione di una trazione progressiva al provino fissato tra due morsetti. Il sistema di acquisizione digitale registra i valori di forza e di spostamento lineare consentendo di elaborare curve sforzo-allungamento. Dalle curve di trazione sono stati ricavati i principali parametri meccanici utili alla valutazione del comportamento dei trattamenti. Sulla base dei valori medi di ciascun prodotto sono stati elaborati istogrammi e un grafico comparativo delle curve sforzo–allungamento, al fine di visualizzare con immediatezza le differenti risposte meccaniche.
I parametri più rappresentativi per un confronto tra i trattamenti sono risultati l'allungamento massimo assoluto, la forza applicata e il modulo elastico permettendo di distinguere due comportamenti prevalenti.
Klucel® G, Beva 371® ed Estratto di Nopal hanno mostrato un comportamento più rigido e resistente, con valori elevati di forza massima, modulo elastico e tenacità. Al contrario, le nanocellulose e il glicerolo hanno evidenziato un modulo elastico inferiore e un maggiore allungamento al picco di forza, indicativi di una maggiore duttilità e capacità di deformazione sotto sollecitazione meccanica.





RISULTATI

Comportamenti meccanici	
Più flessibili ed elastici: **Nanocellulosa cristallina** **Nanocellulosa cristallina ossidata** **Glicerolo** - Maggiore allungamento - Minore modulo elastico	Più rigidi e resistenti: **Klucel® G** **Beva® 371** **Estratto di Nopal** - Maggiore forza massimo - Maggiore tenacità

La sperimentazione mirava a contrastare la fragilità e la disidratazione delle foglie, individuando formulazioni capaci di recuperarne parzialmente la flessibilità originaria. I trattamenti a base di nanocellulose e glicerolo hanno mostrato risultati promettenti, migliorando la duttilità e il comportamento meccanico del materiale, senza compromettere la compatibilità ottica.

La ricerca è stata sviluppata in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale dell'Università di Parma.