



Apollo del Belvedere
I corci della testa sono stati riassemblati e le parti mancanti sono state riconfigurate ex novo con forme semplici sottolavate di un paio di millimetri



Pesco trofante
Sono state eseguite l'imperniatura e la tassellatura fra i pezzi, realizzando un'armatura metallica inglobata in essa e saldata alla struttura delle gambe



Gladiatore Borghese
L'opera presenta una metà della base e l'arto sinistro, circa a metà coscia, letteralmente staccati e altre rotture nella cavaglia del piede sinistro. Tutte le parti sono state rimastate con imperniature di aste filettate zincate

Problematiche conservative Indagini di diagnostica e interventi di pulitura

Sophie Bonetti, Ambra Giordano, Maria Luisa Saladino, Giuseppe Traina

Introduzione

Lo studio delle problematiche conservative, condotto dal supporto scientifico per la parte di diagnostica, è stato fondamentale per la conoscenza dei manufatti in gesso, sia come caratterizzazione tecnica degli stessi gessi che come studio degli aspetti conservativi, contribuendo da un lato a ricostruire le vicissitudini storiche dei singoli pezzi, dall'altro alla sperimentazione e messa a punto di approcci metodologici innovativi. Per questo motivo sono state scelte quattro opere con tipologie differenziate di degrado che fossero rappresentative della condizione della maggior parte dei gessi. Prima di descrivere l'approccio metodologico utilizzato nell'ambito di questo progetto e di riportare brevemente i risultati, per una migliore comprensione delle scelte effettuate, è indispensabile riportare un breve excursus sulle tecniche di realizzazione delle opere in gesso, sulle tipologie di degrado da cui sono affette nonché sulle principali problematiche conservative.

Tecniche di realizzazione delle opere in gesso e loro degrado

Le opere oggetto di studio sono principalmente sculture a tutto tondo e bassorilievi del '900 e del primo '900, ottenute con la tecnica tradizionale dei calchi a tasselli con gesso da macera, sull'opera da riprodurre, che poteva essere in qualunque materiale, venivano create delle "sezioni" ideali su cui applicare il gesso in modo che i tasselli così ottenuti fossero di facile estrazione. Il gesso, applicato semi-liquido, solidificandosi rapidamente, veniva rifinito in spessori uniformi e dotato di "chiamate" cioè incastri maschil-femmina per ancorare i tasselli gli uni agli altri e con la loro conformazione esterna, una gettata di gesso che veniva applicata esternamente su tutto l'insieme dei tasselli, che serviva a tenerli insieme, chiamata "camicia".

I tasselli, essendo rigidi, non dovevano trovare ostacoli nella loro rimozione dall'opera, ed in caso di sottosquadri o parti nascoste, cioè di parti interne dovevano essere creati tasselli tanto più piccoli quanto più minuto era il sottosquadro da riprodurre. Naturalmente per estrarre i tasselli di gesso dalle opere in fase di calcatura era necessario applicare delle sostanze "disaccanti" che ne agevolassero il distacco. Si utilizzavano più strati di sopponi di potassa e oli o grasso animale; per le opere in gesso, lo strato di sostanza distaccante era massiccio, altrimenti il gesso dei tasselli,

senza l'opportuno strato separatore, si sarebbe facilmente ancorato al gesso delle superfici da riprodurre.

Questo spiega come i manni più noti e riprodotti, da quelli dell'antichità classica alle opere Rinascimentali, sono stati macchiati in maniera indelebile dalle operazioni di calcatura, avvenute già a partire dal XVI secolo.

I materiali oleosi venivano applicati sulla superficie da calcare per separare i tasselli tra di loro e dalla rispettiva "camicia" esterna. Una volta che l'operazione di calcatura era conclusa, si rimosse per prima la "camicia", cioè il guscio esterno che poteva essere in due o più valve e, successivamente, si estraevano uno ad uno i tasselli, che venivano ricollocati al loro posto entro la "camicia". A questo punto era pronto il negativo dell'opera, formato da un numero variabile di tasselli, tenuti insieme dalla conformazione esterna; dopo aver opportunamente trattato la superficie con i disaccanti si cominciava con la realizzazione del calco: si applicava il gesso liquido con varie tecniche fino a creare lo spessore desiderato. A seconda della forma da riprodurre, cioè bassorilievo o scultura a tutto tondo, vi erano vari modi per applicare il gesso: spennellatura, spatola, colaggio. Sempre a seconda delle dimensioni e forme, spesso il gesso veniva "armato" con l'insierimento di tela, strutture metalliche, barre, reti. Una volta che il gesso aveva fatto presa si apriva il "guscio" della controforma e si succavano i tasselli, liberando così l'opera in gesso. Eventuali linee di connettitura tra i tasselli venivano eliminati successivamente, e la superficie veniva di norma "patinata".

Concluso l'excursus sulle tecniche di realizzazione dei gessi e tipologie di degradi strutturali, è necessario affrontare l'aspetto dei trattamenti superficiali.

Anche in questo caso si rileva come la tecnica di trattamento della superficie dei singoli esemplari abbia inciso sulla loro conservazione: per esempio un'opera finita nelle parti piane con raspe a tratto incrociato può determinare un diverso accumulo della polvere, che si accumula maggiormente nei solchi incisi, come nel caso della *fortezza* di Serpotta.

Essendo il gesso un materiale fortemente poroso ed igroscopico, se la superficie non viene "protetta" con una patina, che può essere trasparente o leggermente pigmentata, rischia in breve tempo di ingrigirsi per l'accumulo di particolato atmosferico, la semplice polvere. La cosiddetta patina o trattamento superficiale consisteva nell'applicazione

Fig. 1. Calce da Valerio Villareale. Particolare dettagliato della superficie che evidenzia minimo spessore del gesso. ABA Palermo



di una sostanza protettiva, di solito cere o oli o trattamenti a base di saponi, per rendere più durevole, in qualche modo impermeabilizzare la superficie dei gessi. Non solo il tipo di patina ma anche lo spessore della superficie, la quantità dei tasselli impiegati, gli attrezzi impiegati per la ricettatura o rifinitura dell'opera influiscono sulla loro conservazione.

Presso l'Accademia di Palermo si trova un'ampia casistica di superfici: tra i gessi lasciati senza protezione, ve ne sono di più bianchi o più grigi o giallognoli a seconda del tipo di gesso e delle impurità in esso presenti, tra quelli patinati vi sono esemplari più recenti con finiture lucide e trasparenti e sculture antiche con vari strati di protettivi applicati nel tempo, che appaiono assai scuriti e macchiati con tonalità dall'ocra al grigio/marrone (si veda la scheda dell'*Apollò del Bellvedere*).

In generale, in assenza di trattamenti protettivi si ha il massimo della porosità e quindi la massima assorbenza di ogni singola particella di sporco che vi si deposita, mentre in presenza di patine ben conservate si ha la minima porosità.

Non va trascurato un altro frequentissimo trattamento: cui sono stati sottoposti i gessi: lo scabolo.

Il ridipingere, con tempere di varia natura, le superfici in gesso per mascherare macchie e imperfezioni, o semplicemente per "nascondere" patine di sporco era prassi comune, specie per i gessi storicizzati.

Aspetti conservativi

Le specifiche caratteristiche delle opere in gesso, morfologia, tridimensionalità, colore bianco, porosità e spaccata, igroscopicità, scarsa resistenza meccanica, rendono la superficie di questi manufatti una trappola naturale per lo sporco, risultando estremamente delicata e facilmente alterabile anche con piccole quantità di particolato.

Il particolato è l'inquinante che oggi è considerato di maggiore impatto nelle aree urbane ed è composto da tutte quelle particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera, con un diametro compreso tra qualche nanometro fino a decine/centinaia di micrometri (cioè da miliardesimi di metro a mezzo millimetro).

Le particelle (alcune più piccole della lunghezza d'onda della luce) diffondono nell'aria fino al contatto con una superficie a causa dei campi gravitazionali, elettrici e da gradienti termici. Quando le forze attrattive superano l'inerzia che mantiene in aria le particelle, queste si depositano.

Dopo la deposizione iniziale, inoltre, il legame tra la sporcizia e la superficie può essere rafforzato da:

- forze meccaniche che aumentano l'adesione dello sporco alla superficie, per esempio sfregamento, manipolazioni o bloccaggio;
- deposizione di liquidi a causa di condensa, capace di bagnare sia i particellati che la superficie dell'opera incollandoli e solidificandoli; fenomeni di agglomerazione, attività cristallina o crescita biologica; Ne consegue che la natura della formazione di pellicole di sporcizia dipende da:

- presenza di inquinanti che impattano sulla superficie;



- tendenza della superficie del manufatto a mantenere, inquinanti, ad esempio, per la sua adesività, polarità, struttura, permeabilità e in generale, per la sua capacità di reagire chimicamente con lo sporco;

- condizioni ambientali che possono favorire la deposizione, ad esempio differenze di temperatura che inducono la migrazione dell'aria calda facendola impattare su di una superficie fredda e campi elettrici/elettrostatici che inducono le particelle a polarizzarsi e quindi ad essere attratte, da cariche opposte, sulla superficie dell'opera. Anche gli interventi di restauro che possono essersi succeduti nel tempo collaborano a modificare lo sporco tendendolo in alcuni casi più tenace.

Proprio l'elevata porosità e igroscopicità dei gessi sono responsabili della loro spiccata tendenza a trattenere le polveri. La porosità è generata dalla rapida evaporazione dell'acqua presente nell'impasto in fase di realizzazione dell'opera. Ad evaporazione terminata, all'interno del materiale asciutto restano microvuoti (spazi una volta occupati dall'acqua) microscopicamente visibili sulla superficie come pori. Il contenuto di acqua nell'impasto può variare dal 65% in peso della polvere fino all'85% e con questo la porosità. La caratteristica igroscopicità del materiale, dovuta al solfato di calcio, fa sì che in ambienti con elevata Umidità Relativa (UR) possano verificarsi fenomeni di solubilizzazione del solfato di calcio con conseguente disgregazione del materiale per azione indiretta dell'acqua sugli elementi interni, come il ferro, il legno e/o la tela, utilizzati come strutture di sostegno.

Fig. 2. Calce da Michele Todò Pitti. Particolare dell'armatura in ferro. ABA Palermo

Problematiche conservative delle opere della Gipsoteca

Da un punto di vista strettamente tecnico, due sono le caratteristiche che interessano al fine della creazione di un valido approccio metodologico per il restauro: tecnica di realizzazione dei gessi e finitura o patinatura delle superfici.

L'aspetto attuale delle opere dipende in parte da questi due aspetti precisi: la tecnica di realizzazione impiegata, ma anche le vicende conservative subite dai gessi: per esempio spostamenti, smontaggi e rimontaggi in diverse sedi e trattamenti di "manutenzione" pregressi.

Anche se ciò non è immediatamente percepibile dall'osservatore, la tipologia di realizzazione dei gessi, all'interno dell'Accademia di Palermo, è alquanto varia: alcuni dei gessi più antichi, di notevoli dimensioni, sono pieni, cioè il calco in negativo è stato interamente riempito di gesso. La maggior parte sono carvi, per renderti più leggeri quindi maneggevoli: alcuni con pareti molto sottili; altri presentano un'armatura all'interno. Ognuna di queste tipologie di tecnica impiegata ha dato luogo nel tempo a degni diversi. Sono presenti lesioni o fratture, mancanze di parti strutturali come teste, arti, dita o porzioni di panneggi, buchi nel caso di spessori sottili, come ad esempio in un'opera con gesso applicato molto liquido e spessori ridotti, la *Psiche* di Valerio Villareale (fig. 1), o lesioni dovute all'alterazione delle armature.

In caso di sollecitazioni meccaniche, un'armatura in ferro risulta molto più tenace che non il gesso che la ingloba ed, avendo i due materiali diversi coefficienti di elasticità è più facile che, in presenza di sollecitazioni meccaniche un gesso si spacchi o si danneggi in prossimità di un ferro, come si nota nell'*Ambo Pitti* (fig. 2).

La diversa provenienza, da acquisizioni ottocentesche a donazioni di scultori o di privati, implica già in partenza una differenziazione anche in termini di finitura: le opere calcate nei musei e donate dai Borboni alle istituzioni cittadine (dapprima Regia Università poi Accademia di Palermo) per esempio, essendo già nate con l'intento di opere didattiche, cioè destinate ai corsi di disegno e di scultura, sono più facilmente state oggetto di patinatura per una più prolungata conservazione nel tempo. Le opere donate da scultori che sono spesso stati docenti o direttori di Accademia, come Villareale o Campiani, sono prive di qualsiasi "protezione" superficiale essendo nate come bozzetti per poi realizzare l'opera finita in altro materiale, e non con finalità didattiche. A questo primo macro differenziazione tra opere con patine o finiture ed opere lasciate "al naturale" va aggiunta un'altra osservazione. Le opere che presentano patinate, a seconda della loro età, si presentano più o meno scurite. Più la superficie del gesso è scabra ed irregolare, la maggioranza assorbe le polveri e di conseguenza aumenta lo scurimento. Non a caso infatti, facendo un primo confronto visivo su alcune opere dell'Accademia, si nota immediatamente

Fig. 3. Calce da Dorsetello. Tra il metallo e l'attacco dei noduli graffi sulla superficie.



che quelle con patinature compatte, ove la superficie risulta quasi impermeabilizzata, risultano in uno stato di conservazione decisamente migliore rispetto ad altre opere lasciate "al naturale" poiché la polvere non viene così facilmente assorbita (si veda la scheda di diagnostica sull'*Allegria della Stella* di Campani, dove il gesso, non patinato, ha assorbito un massiccio strato di polvere. Spesso i gessi maggiormente utilizzati a scopo didattico, manipolati con frequenza, sono stati rimangiati o trattati a più riprese, di fatto i più antichi sono senz'altro i più macchiati. Sotto il profilo meramente conservativo bisogna infatti distinguere tra lo stato della superficie e l'integrità strutturale di un manufatto; quest'ultima riguarda la struttura portante dell'opera ed è strettamente correlata alla tecnica di realizzazione.

Si può constatare che le opere che sono state "esposte" al pubblico, ma non miscelizzate, per esempio in ambienti tipici delle Accademie e Istituti d'Arte, sono sovente danneggiate da piccole o grandi scheggiature o mancanze, dovute per lo più a danni antropici, o a urti meccanici avvenuti durante la movimentazione. La movimentazione di grosse opere d'arte è un'operazione rischiosa e potenzialmente traumatica per ogni tipologia di materiale, se non effettuata con le dovute cautele: è facile comprendere i danni che possono aver subito negli anni questi gessi durante gli spostamenti, considerate solo opere di studio e movimentate più volte da mani non esperte.

A ciò si aggiunge il vandalismo: scritte, incisioni e graffi sono riscontrabili in molte opere, specialmente quelle al centro di luoghi di ritrovo, all'interno dell'Accademia stessa, come ad esempio sulla monumentale *Lea di cavillo* (fig. 3).

Questo aspetto, nel caso dell'Accademia di Palermo, come peraltro in tutte le Accademie d'Italia ove i gessi non siano miscelizzati, è sicuramente tra le principali cause di degrado. Un altro tipico fattore di degrado dei gessi è legato al clima: alti tassi di umidità relativa e le relative oscillazioni tra clima asciutto ed umido possono danneggiare le opere sia in superficie che strutturalmente. Importante rilevare che a Palermo i danni legati alle condizioni climatiche ed in particolare all'umidità non sono tra le cause di degrado.

Diagnostica: approccio metodologico e risultati

L'approccio scientifico, attraverso analisi strumentali, consente di conoscere i materiali costitutivi di un manufatto e di interpretare i cambiamenti subiti da un'opera per effetto del trascorrere del tempo e/o di eventi naturali o accidentali, fino alla comprensione della tecnica esecutiva, della storia conservativa dell'oggetto e del suo stato di conservazione.

L'approccio metodologico prevede una prima fase di screening mediante l'uso di tecniche non invasive e strumentazione portatile. Solo se necessario e possibile, in una seconda fase, si



gli elementi chimici, permettendo di risalire agli additivi inorganici utilizzati nel processo di realizzazione dell'opera o ai componenti presenti nella patina superficiale.

La tecnica di campionamento microbiologico di superficie ha permesso l'isolamento e l'identificazione di funghi e batteri, conosciuti come potenziali biodegradatori. Spettroscopia IR e colorimetria sono state utilizzate per valutare il trattamento di pulitura e per ipotizzare un meccanismo di azione. In particolare, la colorimetria ha fornito una misura oggettiva del colore. Il monitoraggio ambientale (termoigrometrico e aerobiologico) ha permesso di valutare la qualità dell'aria degli ambienti in cui sono conservate le opere.

Una breve descrizione delle tecniche e delle apparecchiature utilizzate nonché i risultati ottenuti per ciascuna opera analizzata sono riportati nelle schede di diagnostica.

L'osservazione e ripresa in luce ultravioletta ha evidenziato una risposta disomogenea di colore e di intensità nelle differenti aree delle opere, in alcuni casi dovuta allo sporco, in altri, come nel caso di *Pio II* dovuta ad uno strato protettivo di natura organica a cui è associato parte-ellato ammorso e sporco grasso. Macchie e abrasioni del materiale originale, attacchi di tipo biologico, scollature e tracce di sostanze, localizzate in aree ben definite e circoscritte, sono stati messi in evidenza.

La spettroscopia infrarossa e la fluorescenza raggi X hanno permesso di individuare, oltre al gesso, tracce di apatite, calcite, silicati e di ossalato di calcio monoidrato (*solerazzite*).

Tra quelle analizzate, la statura di *Pio IV* si è dimostrata la più complessa in quanto sulla sua superficie è stata individuata una cera paraffinica e microcristallina.

Pulitura: approccio metodologico e risultati

Il problema della pulitura delle sculture in gesso è un tema particolarmente complesso, poco trattato in letteratura e non pienamente risolto dal punto di vista operativo. La complessità della materia deriva dalla natura chimico-fisica del materiale-obbligando ad approcci trasversali che mettano in campo tecnologie, materiali diversi, specifici al fine di trovare un procedimento adatto ad affrontare l'intervento nel rispetto del principio cardine del minimo intervento ovvero mirare al massimo successo conservativo attraverso interventi di restauro minimamente invasivi per l'opera.

Fig. 4. Preparazione dell'agar

La progettazione di un intervento di pulitura su di un manufatto in gesso non può in alcun modo trascurare le caratteristiche specifiche di questo materiale; principalmente, la scarsa durezza, che si traduce in scarsa resistenza alle azioni meccaniche non controllate, l'elevata igroscopicità, la porosità.

L'impiego di miscele solventi e soluzioni a base acquosa può infatti favorire la penetrazione nelle micro-porosità dei materiali estranei presenti in superficie (sporco, polvere, sostanze applicate in passati restauri) e conseguentemente provocare la formazione di macchie, efflorescenze e disacchi.

I metodi tradizionalmente usati per le puliture dei gessi possono essere raggruppati in 3 categorie: metodi umidi, peeling/strappo con acetato di polivinile e metodi a secco con pulitura laser. Studi di settore hanno mostrato già da diverso tempo come tali trattamenti una volta ritenuti idonei oggi possiedono grossi limiti applicativi e metodologici. Di seguito è riportata una breve descrizione dei metodi sopracitati.

Metodi umidi: La pulitura con metodi umidi abbaccherà un ampio ventaglio di miscele a base d'acqua applicate sull'opera attraverso supportanti di diversa natura (polvere di cellulosa, carta velina, saponite, lapomite, ecc.). La superficie trattata viene poi ripulita dai residui di sporco solubilizzato con un'azione meccanica esercitata da un tamponcino di cotone.

Studi recenti³ dimostrano che l'acqua possiede un forte potere penetrante, bassa volatilità e forte potere solubilizzante nei riguardi dello sporco superficiale cosicché quando è utilizzata in forma libera e localizzata in maniera incontrollata o mediamente controllata (attraverso supportanti) su di una superficie porosa può indurre cambiamenti irreversibili nel manufatto. L'intervento umido, se applicato su gessi non in perfetto stato, rischia di indebolire gli strati superficiali del manufatto. Infatti, l'azione finale esercitata meccanicamente con il batuffolo in cotone leviga la superficie erodendone il profilo naturale⁴.

Peeling/strappo: La pulitura peeling /strappo con acetato di polivinile consiste nell'applicazione sulla superficie in gesso di vinavil, una resina vinilica dispersa in acqua. Questa, dopo una breve asciugatura, forma un uniforme pellicola vinilica che durante la rimozione distacca lo sporco per azione adesiva. Tale trattamento mostra oggi seri limiti come la presenza di residui del prodotto (tensioattivi, plastificanti, ecc.) sulla superficie delle opere trattate; disacchi delle aree decolse a causa della forza adesiva che può risultare particolarmente aggressiva. Inoltre, la tossicità in ambienti chiusi o scarsamente ventilati ne sconsiglia l'utilizzo, a causa della presenza di vapori acidi; il pH acido del prodotto non è compatibile con la sicurezza del manufatto.

Pulitura laser: Il laser, ormai ampiamente utilizzato nell'ambito della conservazione delle opere d'arte⁵, permette di operare a secco e quindi rappresenta una valida soluzione nel

trattamento di materiali particolarmente sensibili all'acqua, come il gesso. La pulitura laser, se attentamente calibrata e testata, si è dimostrata un metodo efficace e molto preciso nella rimozione dei depositi superficiali su sculture in gesso. Relativamente al fatto che l'irraggiamento laser non genera alterazioni cromatiche, vi sono opinioni contrastanti che lasciano aperto il dibattito¹. In alcuni casi, il laser permette di agire in maniera selettiva e controllata, rispettando la presenza di finiture superficiali originali e non alterando le caratteristiche morfologiche del gesso, in altri si è osservato un marcato ingiallimento della superficie.

La pulitura con gel rigido di agar

La ricerca condotta nell'ambito di questo progetto ha previsto il confronto tra i sistemi patentati tradizionalmente applicati sulle opere della gipsoteca in passati interventi di restauro e il moderno sistema di pulitura con gel rigido di Agar. Recenti studi² hanno, infatti, dimostrato come i materiali poliscaridici a base di Agarosio possiedono una grande versatilità per molteplici impieghi ed in particolare mostrino una straordinaria efficacia nella pulitura di manufatti in gesso. L'Agar, estratto da alcune specie di alghe rosse (*Rhodospira*), è un idrocolloide naturale con proprietà addensanti, costituito da una miscela di sostanze, principalmente Agarosio e Agaropectina. È usato per operazioni di pulitura superficiale e di rimozione/risignamento di sostanze idrofobe su manufatti artistici suscettibili all'acqua. Caratteristica fondamentale dell'Agar è quella di dare gel rigidi neutri termoreversibili preformati in stampi.

L'Agar in polvere non è solubile in acqua a temperatura ambiente. Perché avvenga la reticolazione delle catene polimeriche, la temperatura deve salire fino agli 85°C, il successivo raffreddamento al sotto dei 40°C porta alla formazione del gel rigido (fig. 4). Forrendo calore al gel durante la preparazione, le catene polimeriche passano in una conformazione a "gomito causale", formando una soluzione fluida, che può essere colata. Con il raffreddamento le catene si ordinano disponendosi a elica e formando così dei tubi in cui le molecole d'acqua sono fortemente tratteneute. La parte terminale di questi tubi rimane invece disordinata. I terminali si legano a terminali di catene vicine, formando delle strutture responsabili del caratteristico gel rigido e all'interno delle quali le molecole d'acqua possono muoversi.

È proprio questa fazione di acqua "mobile" che può essere espulsa dal gel. È possibile che l'acqua abbia due livelli di mobilità: quella più vicina alle catene poliscaridiche è legata fortemente, e concorre alla struttura a patinata che dà "rigidità" al gel, mentre la maggior parte dell'acqua può muoversi liberamente all'interno di queste strutture, e quindi solubilizzare lo sporco idrosolubile con cui viene a contatto. I gel di Agar sono stabili sia in condizioni di acidità che di alcalinità e sono completamente atossici e naturali³.

La straordinaria di tale idrocolloide è quella di dare forma dopo il raffreddamento ad un reticolo capillare che permette il passaggio dell'acqua e di richiamare al proprio interno lo sporco disciolto secondo un processo di gradienti di concentrazione.

Nell'ambito di questo studio sono stati effettuati dei saggi di pulitura, essendo il restauro e la valorizzazione delle opere uno degli obiettivi del progetto. In particolare, sono state eseguite prove campione su tre opere con problematiche specifiche che fossero rappresentative della condizione della maggior parte dei gessi, al fine di mettere a punto una metodologia d'intervento attuabile su larga scala che risolvesse in maniera critica le problematiche comuni all'intera raccolta. Le prove di pulitura hanno previsto l'utilizzo di Agar alimentare in concentrazioni dal 3 al 5%.

L'applicazione è avvenuta quando il gel era ancora in fase fluida/semisolido (40 °C circa) con pennello piatto morbido in modo da sfruttare la sua capacità di plasinarsi perfettamente sulle forme tridimensionali della scultura creando un'impronta della scultura ed una riserva d'acqua a diretto contatto con la superficie che estrae lo sporco trattandosi al proprio interno. Le prove sono state eseguite preventivamente su un provino realizzato *ad hoc* che riproducesse le caratteristiche delle opere in gesso della gipsoteca su cui è stato applicato lo sporco artificiale, in modo da provare e valutare la metodologia prima dei test sulle opere. L'Agar è stato applicato stratificato sulle zone da trattare con spessore variabile da 0,5 a 1 cm (in base alla compattezza dello sporco da rimuovere) con tempi di applicazione di 4 min circa (Fig. 5). La scelta dello spessore da conferire al gel è stata effettuata in base alla compattezza dello sporco da rimuovere e alla profondità con cui questo era penetrato all'interno del gesso; le capacità di distacco/assorbimento dell'Agar hanno mostrato come spessori inferiori sono stati preferiti in quei casi dove si necessita di un effetto peeling, mentre dove il materiale era ben adeso e spesso, dove si voleva ottenere un effetto più ammorbidente dello sporco è stato preferito uno spessore non inferiore al centimetro. I tempi di applicazione non hanno superato i 4 minuti poiché, dopo tale periodo di tempo, l'area trattata appariva già completamente pulita. Il trattamento con Agar ha consentito di sfruttare le proprietà dell'acqua, il solvente per eccellenza di molti materiali idrofili ed in particolare indispensabili nei trattamenti di pulitura dei gessi. L'Agar consente all'acqua di esplicare la sua funzione solvente ma, allo stesso tempo, limita la diffusione all'interno dell'opera che viene in tal modo preservata da eventuali danni dovuti alla solubilizzazione del gesso stesso. L'Agar, inducendo la migrazione dello sporco all'interno del sistema continuo, agisce in maniera selettiva. Di questa migrazione è responsabile l'acqua libera. L'acqua va infatti a bagnare l'interfaccia tra la superficie e il gel rigido, penetrando lentamente e in modo limitato nella struttura porosa del materiale, lato di particolare importanza per



substrati porosi e sensibili all'acqua, come quella del gesso.

La possibilità di stendere l'agar con un pennello ha permesso di seguire perfettamente le forme, le irregolarità e le scabrosità della superficie intervenendo anche su zone più difficili da trattare. Dopo aver rimosso la pellicola di gel la superficie non necessitava di alcuna manipolazione, conservando il profilo naturale e le tracce di lavorazione. Eventuali residui di gel rimasti sulla superficie si sono staccati autonomamente dopo l'essiccazione. La sperimentazione condotta ha messo in evidenza il ruolo dei parametri quali temperatura della soluzione al momento dell'applicazione, spessore del gel applicato e tempo di contatto. Spettroscopia infrarossa e colorimetria hanno messo in evidenza come i gel utilizzati siano efficaci per la pulitura delle superfici trattate, anche nel caso dell'opera *Pa II* che presentava la peculiarità di una patina di cera, senza alterare significativamente il colore.

Il risultato positivo di questa sperimentazione permette di affermare che l'uso dell'Agar si è dimostrato risolutivo su differenti tipologie di sporco risultando sicuro per i restauratori, efficace e minimamente invasivo sulle opere in gesso della gipsoteca.

Considerazioni finali

La metodologia individuata mira ad adottare metodi, sia di indagine che di pulitura, sempre meno invasivi per l'opera, meno tossici per gli operatori e l'ambiente. Le indagini diagnostiche effettuate hanno consentito di caratterizzare non soltanto le sostanze presenti sulla superficie delle opere, come patinate e prodotti di degrado, ma di caratterizzare i parametri ambientali valutando la qualità e la quantità di particelle microbiche presenti nell'aerosol della gipsoteca. Si può affermare che, incrociando i dati ottenuti dal monitoraggio ambientale e di superficie, risulta che la qualità dell'aria all'interno della gipsoteca, attualmente, non sembra presentare alcun rischio per la contaminazione delle statue in gesso. Il lavoro svolto rappresenta uno studio pilota che evidenzia l'importanza di un approccio integrato di monitoraggio microbiologico, chimico-fisico, microclimatico ambientale

del prezioso patrimonio culturale, previsto nell'ambito di un programma di conservazione preventiva per poter ridurre al minimo i possibili rischi di degrado delle statue nel tempo.

L'approccio interdisciplinare utilizzato nel presente progetto, attraverso il lavoro combinato di storici dell'arte, restauratori e diagnostici, volto alla creazione di una metodologia d'intervento utilizzabile su tutte le opere, traccia un quadro d'insieme entro cui si auspica siano inseriti i futuri interventi conservativi. Non va dimenticato che ogni opera ha caratteristiche a sé stanti, presentando problematiche specifiche, legate ad una personale storia conservativa. È evidente che l'intervento olistico-scientifico deve diventare un riferimento costante nelle future operazioni di pulitura dei gessi, nel rispetto delle singole opere, costituendo un dato certo ed incontrovertibile che "fotografi" lo stato dei gessi ad oggi. L'aspetto innovativo del progetto risiede nella sua interdisciplinarietà che tiene naturalmente conto della valenza didattica del modello applicato, sono state coinvolte molteplici professionalità interne ed esterne all'Accademia, con il coinvolgimento di docenti e studenti di vari corsi con un approccio il più interdisciplinare possibile. Il confronto tra diverse professionalità quali restauratori, esperti di diagnostica dei beni culturali, storici dell'arte, fotografi, ha consentito di ottimizzare al massimo i risultati raggiunti; il lavoro di squadra è stato articolato nell'alternanza di indagini diagnostiche e sperimentazione di sistemi di pulitura, mirato al raggiungimento di risultati il più possibile esaurienti. Il modello di lavoro messo in atto è stato sperimentale e potrà essere applicato su larga scala anche su altre tipologie di opere facenti parte di collezioni storizzate.

Note

1. Le indagini di Spettroscopia IR, Fluorescenza raggi X e Colorimetria sono state condotte con le apparecchiature del Gruppo "Sireis" e caratterizzate: di materiali strumentati per applicazioni nell'ambito del BRCC² diretto dal Prof. Eugenio Caporioni del Dipartimento Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche - STERCEP dell'Università di Palermo
2. I. D'Alessandro, F. Peselegri, 1987
3. R. Wolbers, 2004; F. Cremonei, 2012
4. M. Caglia, E. Campari, A. Casoli, F. Cremonei, 2008; A. Sansonetti, M. Palma, F. F. Harog, C. Hübner, V. Volare, J. F. Merzli, 2003, pp. 239-246
5. C. Polosi, D. Dideris, L. Sforzini, A.R. Rabinov, A. Falini, 2013, pp. 1006-1017
6. D. Fedaro, C. Polosi, L. Sforzini, 2014; M. Avanzi, M. Berzoli, M. Caglia, E. Campari, A. Casoli, F. Cremonei, 2008; A. Sansonetti, M. Casati, J. Sirona, C. Caraccioli, M. Avanzi, A. Rabinov, 2012
7. E. Campari, A. Casoli, F. Cremonei, L. Sforzini, L. Sironi, 2007; M. Avanzi, A. Rabinov, 2009; F. Baraldi, M.G. Barberini, D. Fedaro, L.E.M. Marino, C. Polosi, L. Sforzini, 2013, pp. 7-83
8. Chi Agarare?acqua non è liquida: <http://www.science.com/diaggi-news>

Fig. 5 - Applicazione del gesso sulla gipsoteca.

Schede di diagnostica

Apollo del Belvedere
 seconda metà del 17 sec. a.C.
 Originale in marmo: Musei Vaticani,
 Città del Vaticano
 Copia in gesso: ABA, Palermo, Palazzo
 Fernández, 1° piano

A sinistra: ripresa generale dell'opera; dettaglio della colonna del ginocchio e dei piedi



Osservazione e ripresa in luce diffusa



Stato di conservazione
 L'opera è in mediocri condizioni sia dal punto di vista strutturale che dello stato della superficie. Le grandi dimensioni, il notevole peso ed i numerosi spostamenti subiti nel tempo ne hanno più volte danneggiato la struttura; è stata oggetto di restauro strutturale, con il risassembliamento delle parti frantumate ed il rifinitimento di alcune parti mancanti da parte del prof. Salvatore Rizzi. I rifinitimenti in gesso sono stati lasciati di colore bianco, essendo quindi pienamente riconoscibili rispetto alla patina scura della superficie. Attualmente l'Apollo, cui manca per intero l'avambraccio destro, mostra una patina disomogenea, con zone scure di colore bruno, tracce di nastro adesivo.

Completamento di superficie in 5 punti diversi



Indagini biologiche
 In relazione alla irregolarità delle superfici, il campionamento sulla statua di gesso è stato eseguito mediante campioni sterili, in 5 punti diversi della statua, TA (fig. 1), successivamente utilizzati per inoculare terreni agglutinati (colture in vitro su Nutrient agar, Sabouraud). Tutte le piastre contenenti Nutrient agar sono state incubate per 24-36 ore a 30°C. Le capsule Petri contenenti agar Sabouraud (terreno selettivo per funghi il cui valore del pH e l'ambiente presente imbisogna la crescita batterica) sono state incubate a 30 °C, per più di 3 giorni. La caratterizzazione dei taxa microbici è stata effettuata mediante osservazioni al Microscopio Ottico (M.O.) sia della morfologia delle colonie



morfologia delle colonie e dei conidi/condiofori, ha permesso di identificare *Cladosporium* sp., esclusivamente presente nella coltura in cui il terreno è stato inoculato con il tampone TA3; per lo stesso campione, l'esame a fresco, effettuato sulle colonie batteriche cresciute, rivela la presenza di stadilococchi. Per i campioni TA2, TA3, TA4 non è stata osservata alcuna crescita microbica.

Dai risultati analitici ottenuti, risulta evidente che la carica microbica sia batterica che fungina presente sulla statua in esame è molto ridotta, o totalmente assente in alcuni dei punti campionati. È stato possibile identificare solo una specie fungina appartenente al genere *Cladosporium* sp., la stessa riscontrata nell'analisi del particolato aerodisperso, noto come potenziale bioeterogeneo per il patrimonio culturale, ma comune e presente spesso in tutti gli ambienti confinati.

I risultati del monitoraggio puntuale dell'aerosol e dei parametri termo-igrometrici, vista anche la limitata quantità di colonie microbiche isolate e non uniformemente distribuite su tutta la superficie, non evidenziano condizioni di rischio per il bio deterioramento del manufatto. Si raccomanda comunque una periodica manutenzione conservativa dell'opera e un monitoraggio in continuo dei parametri ambientali.



Campione	Conta microbica totale	NC*
TA1	1 colonia	NC*
TA2	NC*	NC*
TA3	NC	NC
TA4	NC	NC



Osservazione e ripresa fotografica della fluorescenza UV

Le riprese fotografiche della fluorescenza indotta da radiazione ultravioletta evidenziano una risposta disomogenea sia in termini di colorazione (bianco, verde, violaceo) che di intensità. La fluorescenza UV mette in evidenza: particolato atmosferico e sporco grasso,

macchie e abrasioni del materiale originale, materiale organico sovrainnesto utilizzato per incollare e ricomporre le varie parti dell'opera e differenti tipologie di gesso.

Colonia di *Cladosporium* sp. isolata dal tampone TA4

Ripresa generale dell'opera mediante la fluorescenza UV con lampada di wood

Colone microbiche isolate dai tamponi TA1, TA4

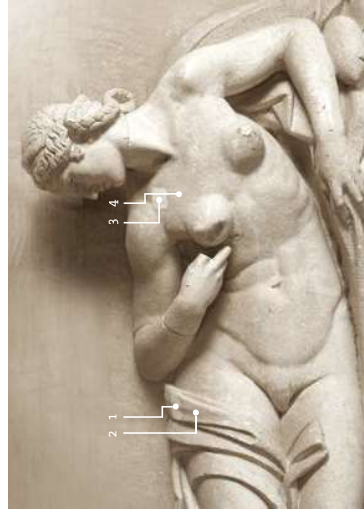
Tab. Numero di colonie microbiche cresciute su terreni di coltura idonei. Evidenzia una limitata presenza di batteri e funghi

Allegoria della Sicilia

Archimede Campini, 1935
Bozzetto in gesso. ABA Palermo, Palazzo
Fernandez, 1° piano

Stato di conservazione

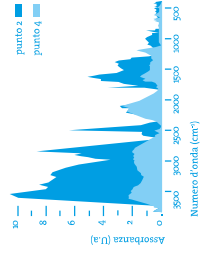
L'opera, un bassorilievo di figura umana dritta su fondo piatto, è in discreto stato di conservazione: è sostanzialmente integra sotto il profilo strutturale, tranne la mancanza delle dita della mano sinistra, che dovevano poggiare sul petto, come si evince dalla forma rimasta impressa sul seno. La stessa mano sinistra, sopra al polso, risulta separata in maniera netta dal braccio, essendo probabilmente stata realizzata a parte e poi inserita con un pernio. Il collo presenta una lesione. L'aspetto estetico è fortemente alterato da una spessa coltre di polvere. Il deposito grigio impedisce di vedere le condizioni della superficie sottostante: non sembra essere presente una patinatura, e non è mai stata oggetto di manutenzioni in precedenza.



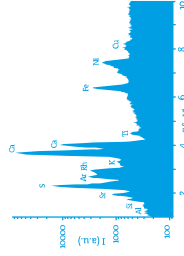
Mappa dei punti analizzati:
2-4, pre-pulitura; 13 post-
pulitura



A sinistra: indagine
infrarossa colibrinetra.
A destra: spettroscopia a
infrarossi (IR)



Le analisi FTIR hanno permesso d'individuare i segnali del solfato di calcio idratato ovvero gesso come principale materiale costitutivo della scultura e quelli della calcite, di silicati (quarzo + argilla) e di ossalato di calcio monoidrato (whewellite).



I segnali riferibili ad argon (Ar) e sodio (Na) sono dovuti allo strumento. I segnali riferibili a zolfo (S) e calcio (Ca), la cui elevata intensità è indice di un componente maggioritario, sono dovuti al gesso (in rosso). I segnali di alluminio (Al), silicio (Si), stronzio (Sr), potassio (K) e ferro (Fe) sono riconducibili al gesso. Il titanio (Ti) potrebbe essere indicativo della presenza di titanata che potrebbe essere stata aggiunta nell'impasto o nello strato superficiale. Non si esclude che tali elementi possano essere presenti anche nel particolato atmosferico,



Primo grafico: spettro IR
acquisiti sui punti 2 e 4
prima del trattamento di
pulitura

Secondo grafico: esempio
di Spettro XRF acquisito
sull'opera



Test di pulitura attraverso
l'applicazione di gel rigid, agar

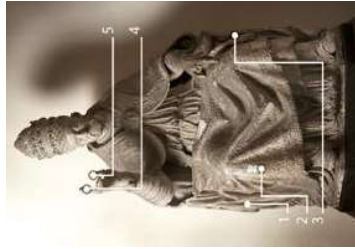
Pio IV benedictino

Giovan Angelo De Martinis (Angelo Martin), 1660-1664
Originale in bronzo. Sale Borromeaiche, Grande Museo del Duomo, Milano
Copia in gesso: ABA Palermo, Palazzo Fernandez, 1° piano

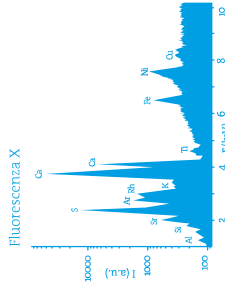
Stato di conservazione

L'opera, forse una delle più antiche dell'Accademia, è in mediocre stato sotto il profilo strutturale, per le numerose lacune e scheggiature, ed in particolare per la mancanza di due dita della mano peggiorata sul grembo. L'avambraccio con la mano benedictina è stato fatto separatamente ed imperniato con chiodate. La superficie della statua è molto alterata sotto l'aspetto cromatico, per il sovrapporsi di patinate antiche. Si presenta ingrigita ed ingiallita, mostra una lacuna recente sul piede sinistro, scheggiature lungo il bordo del manico sotto il gomito destro. Su tutta la superficie sono presenti schizzi di varia natura e colore, non ben identificati. Sono presenti anche alcuni tasselli con prove di palinura, ed alcuni grossolani rifacimenti in gesso.

Spettroscopia infrarossa



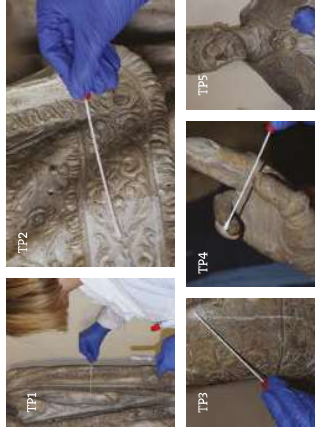
Esempio di Spettro XRF acquisito sull'opera Pio IV benedictino



I segnali riferibili ad argon (Ar) e sodio (Na) sono dovuti allo strumento.
I segnali riferibili a zolfo (S) e calcio (Ca), la cui elevata intensità è indice di un componente maggioritario, sono dovuti al gesso (in rosso).
I segnali di alluminio (Al), silicio (Si), stronzio (Sr), potassio (K) e ferro (Fe) sono riferibili

Considerando l'irregolarità della superficie della statua di gesso in esame, per il campionamento si è scelto l'utilizzo di tamponi sterili, unitizzati in cinque punti diversi della statua. (TP1, I tamponi sono stati utilizzati per colture in vitro, inoculando terreni agitati (Nutrient agar, Sabouraud). Tutte le piastre contenenti Nutrient agar sono state incubate per 24-36 ore a 30°C. Le capsule Petri contenenti agar Sabouraud, terreno selettivo per funghi il cui valore del pH e l'antibiotico presente inibiscono la crescita batterica) sono state incubate a 30 °C, per 3 giorni. Il genere di appartenenza delle singole colonie è stato determinato mediante osservazione al Microscopio Ottico (M.O.) sia della morfologia delle colonie sia dei microorganismi, direttamente per campioni batterici (esame a fresco), o dopo colorazione con reattivo di Lugol per i funghi, utilizzando il metodo (adhesive tape). Il reattivo di Lugol, evidenzia le strutture di conidi/condiofori (strutture riproduttive), attraverso le quali è possibile effettuare un riconoscimento di genere/specie della colonia osservata. Dopo opportuna inoculazione delle piastre, l'analisi del campionamento di superficie ha rivelato la presenza di batteri e in minor misura di funghi, con valori della conta totale piuttosto ridotti, tranne per il campione TP1 (Tab).

L'osservazione al microscopio ottico della morfologia delle colonie e dei conidi/condiofori, ha permesso l'identificazione di specie fungine appartenenti ai generi *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp., esclusivamente presenti sui terreni dove sono stati inoculati i tamponi TP1 e TP2, rispettivamente; l'esame a fresco effettuato sulle colonie batteriche rivelate negli stessi campioni ha messo in evidenza la presenza di bacilli, streptococchi, diplocochi, cocchi e attonomiceti. Sui campioni TP3 e TP4 non è stata osservata alcuna crescita microbica. Sul campione TP5 è stata osservata la presenza di streptococchi, corcobacilli e diplocochi. Dai risultati ottenuti, risulta evidente che la carica microbica presente sulla statua in esame è molto ridotta o, per alcuni punti, totalmente assente. Una maggiore crescita microbica è stata registrata sul campione TP1, probabilmente per la presenza sulla superficie di residui di materiale organico che, probabilmente, ha favorito la moltiplicazione batterica. Inoltre, sono state rilevate molte specie microbiche diverse tra loro; tale diversità potrebbe essere dovuta a inquinamento antropico, legato a frequenti manipolazioni della statua. Tra le specie fungine sono state identificate *Penicillium* sp. e *Alternaria* sp., le stesse riscontrate nell'analisi del particellato aerodisperso, che sebbene rappresentino potenziali bioterrorigeni per il patrimonio culturale, sono comuni funghi presenti nella quasi totalità degli ambienti confinati. Comparando i risultati ottenuti dal campionamento dell'aerodisperso con i valori termogrammetrici, considerando i ridotti valori di carica microbica, con colonie non uniformemente distribuite su tutta la superficie, non si rivela un



Campionamento di superficie eseguito in cinque punti diversi della statua

rischio di deterioramento irreparabile alla composizione microbica. Si raccomanda, comunque, una periodica spolveratura/manutenzione del manufatto e un monitoraggio possibilmente in continuo) dei parametri ambientali.



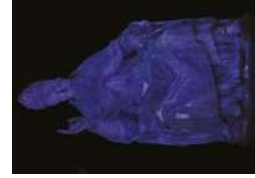
Figg.1-2: colonie microbiche isolate dai 5 punti campionati.
Fig.3: colonie fungine di *Penicillium* sp.
Fig.4: *Alternaria* sp., isolate su Nutrient agar.
Fig.5: sub-colture di colonie batteriche isolate dai tamponi TP1 e TP2.
Fig.6: sub-coltura di colonia di attonomiceti, isolata dal campione TP1.

Osservazione e ripresa in luce ultravioletta

Le riprese fotografiche della fluorescenza indotta da radiazione ultravioletta evidenziano una risposta disomogenea di colore violaceo-azzurro differenziata nelle differenti aree dell'opera.

La colorazione e la sua intensità, differenti parti dell'opera, è indicativa del fatto che la superficie è rivestita da uno strato di finitura o di protettivo di natura organica a cui è associato particellato ammorifero e sporco grasso.

La fluorescenza UV mette inoltre in evidenza macchie e abrasioni del materiale originale, attacchi di tipo biologico, solature e tracce di sostanze, localizzate in aree ben definite e circoscritte, presumibilmente dovute a precedenti interventi di restauro.



Ripresa generale dell'opera mediante indagine UV, con lampada di Wood.

Psiche

Valerio Villareale, 1845
 Copia in gesso: ABA Palermo, Palazzo
 Fernandez, 1° piano

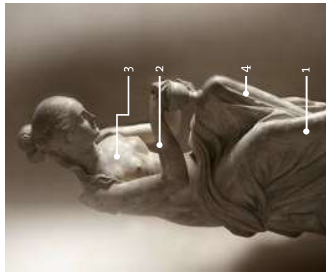
Stato di conservazione

L'opera presenta un'iscrizione: Val Villareale PS. 1845; si presenta strutturalmente integra ma la superficie è in mediocri condizioni, risulando disomogenea e macchiata. Le alterazioni cromatiche, in parte grigie in parte giallastre sono dovute a patinature, interventi di ripristino progressi, tracce di nastro adesivo. Inoltre, ben visibili sono le tracce dei tasselli durante la messa in opera. Presenta alcuni rifacimenti lungo i bordi ed una lesione di circa 12 cm sul ginocchio destro. Sono presenti alcuni fori di circa 4-7 mm che evidenziano uno spessore del gesso molto limitato.

Foto: mappa dei punti analizzati

Grafico: spettro IR

Spettroscopia infrarossa



La caratterizzazione del genere di appartenenza delle singole colonie è stata eseguita mediante osservazione al Microscopio Ottico (M.O.) sia della morfologia delle colonie che dei microorganismi, direttamente per campioni batterici (esame a fresco) o dopo colorazione con reattivo di Lugol per i funghi (utilizzando il metodo adesive tape). Il reattivo di Lugol, permette di evidenziare i coniidi/condiofori fungini (strutture riproduttive), attraverso i quali è possibile effettuare il riconoscimento di genere/specie della colonia osservata.



Campione	Conto microbica totale	NC*
TN1	Eobionica	NC*
TN2	NC*	9 colonie
TN3	9 colonie	



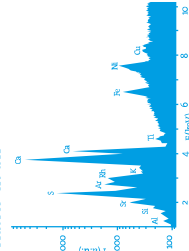
Le analisi FTIR hanno permesso d'individuare il solfato di calcio biidratato ovvero gesso come principale materiale costitutivo della scultura e l'apatite. Tracce di tale minerale sono spesso presenti in associazione al gesso. Nelle zone di colorazione giallastra (il petto ed il braccio destro), oltre a gesso e apatite, sono stati individuati i segnali di ossalato di calcio monoidrato (whewellite) e di un minerale argilloso (presumibilmente illite). Non sono presenti sostanze organiche. Nel punto 4, dove è evidente un residuo di nastro adesivo si riscontra la presenza di un segnale carbonilico estereo e segnali molto intensi attribuibili a stretching di C-H, caratteristici dello scotch.

Indagine biologica



Sulla statua di gesso in esame, viste le superfici irregolari, il campionamento è stato eseguito mediante tamponi sterili, in tre punti diversi della statua (TN1-TN2-TN3). I campioni sono stati utilizzati per le colture in vitro, inoculando terreni agerizzati (Nutrient agar, Sabouraud). Tutte le piastre, contenenti Nutrient agar sono state incubate per 24-36 ore a 30°C. Le capsule Petri contenenti agar Sabouraud (terreno selettivo per funghi il cui valore del pH e l'antibiotico presente inibiscono la crescita batterica) sono state incubate a 20 °C, per tre giorni.

Fluorescenza X



Campionamento di superficie in tre punti diversi della statua

I segnali riferibili ad argon (Ar) e sodio (Na) sono dovuti allo strumento. I segnali riferibili a zolfo (S) e calcio (Ca), la cui elevata intensità è indice di un componente maggioritario, sono dovuti al gesso. I segnali di alluminio (Al), silicio (Si), stronzio (Sr), potassio (K) e ferro (Fe) sono riconducibili al gesso. Il titanio (Ti) potrebbe essere indicativo della presenza di titanio che potrebbe essere stata aggiunta nell'imposto o nello strato superficiale. Non si esclude che tale elemento possano essere presenti anche nel particolato atmosferico.

Dopo osservazione della morfologia delle colonie e dei coniidi/condiofori al Microscopio ottico, è stata rilevata la presenza di specie fungine appartenenti ai generi *Penicillium* sp., in entrambi i campioni (TN1 e TN3) e *Cladosporium* sp.; esclusivamente presente sul terreno inoculato con il campione TN3; l'esame a fresco effettuato sulle colonie batteriche cresciute dai campioni TN1 e TN3 ha messo in evidenza la presenza di bacilli, streptobacilli, diplobacilli. Dai risultati analitici ottenuti, risulta evidente che la carica microbica presente sulla statua in esame è molto ridotta, o totalmente assente in alcuni dei punti campionati. Inoltre sono state rilevate specie microbiche diverse tra loro, riconducibili probabilmente a un inquinamento antropico, legato a frequenti manipolazioni della statua.

Tra le specie fungine sono state identificate *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp., le stesse riscontrate nell'analisi del particolato aerodisperso, che sebbene potenziali biodeteriogeni per il patrimonio culturale, risultano comunque funghi comuni presenti in tutti gli ambienti indoor. Comparando i risultati ottenuti dal campionamento dell'aerossioli con i valori termogravimetrici, considerando i ridotti valori di carica microbica, con colonie non uniformemente distribuite su tutta la superficie, non si rivela un rischio di deterioramento imputabile alla componente microbica. Si raccomanda, comunque, una periodica spolveratura/manutenzione del manufatto e un monitoraggio (possibilmente in continuo) dei parametri ambientali.

Ripresa generale dell'opera mediante fotografie UV con lampada di wood



A sinistra: colonia microbiche coltivate dal campione TN1-TN3. A destra: colonia di *Penicillium* sp. isolata dal campione TN3

Tra l'analisi dei campioni di superficie ha rivelato la presenza di batteri e funghi, variamente distribuiti, con ridotto numero di colonie microbiche

Colonia di *Penicillium* sp. isolata dal campione TN3

Osservazione e ripresa fotografica della fluorescenza UV

Le riprese fotografiche della fluorescenza indotta da radiazione ultravioletta evidenziano una risposta disomogenea di colore violaceo-azzurro indicativa del fatto che la superficie è rivestita da uno strato di particolato atmosferico e spesso grasso. La fluorescenza UV mette in evidenza macchie e abrasioni del materiale originale.

schede delle opere

