

COMITATO ORGANIZZATORE

Rosanna Piervittori
Claudia Gazzano
(Università di Torino)

Lara Coniglio
(Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale)

COMITATO SCIENTIFICO

Rosa Boano
Sergio E. Favero Longo
Anna Fusconi
Mariangela Girlanda
Enrica Pessione
(Università di Torino)

Annamaria Giovagnoli
Michela Palazzo
(Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale)

La Biologia applicata ai beni culturali: dalla diagnostica all'intervento conservativo

Nel campo della conservazione del patrimonio storico-artistico è crescente la convinzione che un'opera d'arte debba essere considerata da un punto di vista multi- ed interdisciplinare coinvolgendo in modo sinergico competenze umanistiche e scientifiche. In quest'ultimo ambito, inoltre, sempre più va affermandosi la consapevolezza dell'importanza di integrare tecniche diagnostiche di carattere fisico, chimico e minero-petrologico con quelle di tipo biologico.

La presenza di micro- e macroorganismi sui beni culturali in ambienti indoor e outdoor può innescare processi di biodeterioramento. Solo un'attenta conoscenza delle loro peculiarità biologiche ed ecologiche, permette di valutare efficacemente le modalità di intervento più idonee per prevenire, controllare e, se necessario, eliminare tali colonizzazioni.

L'utilizzo di tecniche di indagine biologiche (microscopiche, colturali e molecolari) applicate alla conservazione ed al restauro dei beni culturali è pratica relativamente recente rispetto ad altre metodologie tecnico-scientifiche, anche se numerose risultano le esperienze realizzate, in ambito nazionale ed internazionale, in grado di fornire un'ampia gamma di conoscenze volte alla soluzione di aspetti conservativi.

La Giornata di Studio, promossa dal Corso di Laurea Magistrale Abilitante in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali dell'Università degli Studi di Torino in convenzione con il Centro di Conservazione e Restauro *La Venaria Reale*, è rivolta a tutti coloro che operano a vario titolo nei settori della diagnostica, conservazione e restauro dei beni culturali. L'iniziativa è finalizzata a focalizzare l'attenzione sulle diverse competenze e conoscenze biologiche che consentono oggi di affrontare le problematiche legate alla conservazione del patrimonio storico-artistico ed archeologico.

PROGRAMMA

- 9.00 Registrazione dei partecipanti
9.30 Saluti di benvenuto
Luigi Quaranta, *Presidente Fondazione Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale*
Oscar Chiantore, *Presidente Interfacoltà Conservazione e Restauro dei Beni Culturali*
Alessandra Romero, *Presidente Corso di Laurea Magistrale Abilitante in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali*
Annamaria Giovagnoli, *Direttrice Laboratori Scientifici Centro Conservazione Restauro La Venaria Reale*
Michela Cardinali, *Direttrice Laboratori di Restauro Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale*

SESSIONE I

IL RUOLO DELLA DIAGNOSTICA BIOLOGICA NEI BENI CULTURALI

Moderatore: **Mariangela Girlanda**, Università Torino

- 10.00 **Giulia Caneva**
Università di Roma Tre
La botanica applicata ai beni culturali: conoscenza, conservazione e valorizzazione
- 10.40 **Pietro Passerin d'Entrèves**
Università di Torino
L'importanza della diagnostica zoologica nella conservazione dei beni culturali
- 11.00 Coffee break
- 11.20 **Flavio Ruffinatto**
Università di Torino
L'identificazione dei legnami utilizzati nelle opere d'arte: metodi e casi di studio
- 11.40 **Lorenzo Appolonia**
Regione Autonoma Valle d'Aosta, Soprintendenza per i beni e le attività culturali
La conservazione del patrimonio diffuso: una questione di biocompatibilità
- 12.00 **Rosa Boano**
Università di Torino
I reperti biologici umani antichi: valutazioni macro e microscopiche per la verifica dello stato di conservazione
- 12.15 **Claudia Gazzano**
Università di Torino-Lab. biologico Centro Conservazione e Restauro 'La Venaria Reale'
Diagnostica molecolare per la valutazione della biodiversità sui beni culturali, un valore da conservare o un rischio da eliminare?
- 12.30 **Chiara Triccerri**
Restauratrice Laureata Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali
Indagini biologiche su tessili finalizzate ad un intervento di recupero conservativo
- 12.45 Discussione

SESSIONE II

IL CONTROLLO DEL BIODETERIORAMENTO E IL BIORESTAURO

Moderatore: **Enrica Pessione**, Università Torino

- 14.30 **Francesca Cappitelli**
Università di Milano
Biorestauro: i batteri amici
- 15.00 **Daniela Pinna**
Opificio Pietre Dure, Firenze
I metodi di trattamento della crescita biologica
- 15.30 Coffee break
- 15.50 **Annamaria Giovagnoli**, Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro,
Roma
Maria Pia Nugari, Ex Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro,
Roma
Il controllo della qualità dell'aria in ambienti confinati
- 16.20 **Arianna Scarcella**
Restauratrice Laureata Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali
Studio sperimentale di sistemi di bioconsolidamento
- 16.35 **Francesco Brigadeci**
Restauratore Laureato Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali
*Comunità fungine sulle superfici decorate della sacrestia juvarriana della Chiesa
dell'Arciconfraternita della SS. Trinità di Torino: valutazione comparativa di
biocidi e consolidanti*
- 16.50 Discussione e chiusura lavori

SESSIONE I - *IL RUOLO DELLA DIAGNOSTICA BIOLOGICA NEI BENI CULTURALI*

LA BOTANICA APPLICATA AI BENI CULTURALI: CONOSCENZA, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE

Giulia Caneva

*Dipartimento di Scienze, Università di Roma Tre
giulia.caneva@uniroma3.it*

La botanica riveste un ruolo consolidato nello studio dei processi di degrado dei beni culturali, delle condizioni che ne favoriscono lo sviluppo e delle problematiche di prevenzione e controllo [1]. Tuttavia emergono temi meritevoli di un più attento studio quali: a) una più precisa caratterizzazione tassonomica ed ecologica degli organismi biodeteriogeni, in quanto spesso ci si limita a categorie di ampia valenza o ad aspetti specifici; b) una valutazione critica del diverso potenziale di rischio indotto dagli organismi colonizzatori, su questo aspetto si sta lavorando con l'individuazione di indici idonei per una valutazione quali-quantitativa più approfondita; c) una più precisa definizione dei fattori limitanti, nei diversi ambienti e nelle diverse condizioni climatiche e biogeografiche, per uno sviluppo biologico utili ai fini di una conservazione preventiva. Non mancano, inoltre, studi che riaprono tematiche che sembravano aver raggiunto risultati ormai condivisi e che pertanto meritano ricerche ancora più critiche ed approfondite come quelli che affiancano il tema della bioprotezione e quello del biodeterioramento in condizioni ambientali particolarmente critiche per la conservazione (e.g. aree tropicali).

Agli studi finalizzati al miglioramento della conservazione dei beni culturali si affiancano quelli volti ad aumentare le conoscenze sulle opere in quanto tali. Anche in questo caso la botanica offre un contributo di rilievo con le indagini archeobotaniche o fitosociologiche come nel caso delle ricerche su alcuni preziosi coloranti vegetali, importanti negli scambi commerciali dell'antichità o nella tradizione etnobotanica [2]. Questi diversi aspetti consentono di operare con più efficacia per una valorizzazione dei beni culturali con il recupero di conoscenze antiche associate a nuovi risultati scientifici che consentono di definire processi e fenomeni solo osservati ma non adeguatamente supportati sperimentalmente.

BIBLIOGRAFIA

[1] Caneva G., Nugari M.P., Salvadori O., eds., 2005 – La biologia vegetale per i beni culturali. Vol. I. Biodeterioramento e Conservazione. Nardini Editore, Firenze.

[2] Caneva G., Nugari M.P., Salvadori O., eds., 2005 – La biologia vegetale per i beni culturali. Vol. II. Conoscenza e Valorizzazione. Nardini Editore, Firenze.

L'IMPORTANZA DELLA DIAGNOSTICA ZOOLOGICA NELLA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI

Pietro Passerin d'Entrèves

*Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBios), Università di Torino
pietro.passerin@unito.it*

Verranno presentati tre esempi molto diversificati di attacchi da parte di organismi animali a Beni culturali (*sensu* DL 22 gennaio 2004 n. 42): 1) attacco termitico al Duomo di Monreale (Palermo); 2) attacco da parte di Molluschi e Crostacei a strutture lignee sommerse nella laguna di Venezia; 3) attacco a collezioni entomologiche da parte di Insetti Dermestidi. Le termiti sono presenti in Italia, in particolare con la specie *Reticulitermes lucifugus* che può provocare gravissimi danni ai materiali lignei in opera, come le capriate e le travi che reggono i soffitti di molti edifici di grande pregio architettonico e artistico. Il Duomo di Monreale, così come altri edifici religiosi siciliani è stato oggetto di un massiccio attacco fortunatamente diagnosticato, combattuto e vinto [1]. Nella laguna di Venezia l'azione combinata di Molluschi e di Crostacei xilofagi procura gravi danni alle strutture lignee sommerse, quali briccole, pali e pontili, rischiando inoltre di alterare il caratteristico paesaggio lagunare, oltre a creare difficoltà e rischi alla navigazione [2]. Infine i Coleotteri Dermestidi del genere *Anthrenus* sono i maggiori responsabili degli ingenti danni che si possono avere nelle collezioni entomologiche conservate nei Musei di Scienze Naturali, con la distruzione parziale o totale di un numero elevatissimo di esemplari di eccezionale valore scientifico o storico. La prevenzione, la diagnostica e il conseguente rapido intervento, là dove possibile, sono i tre tipi di intervento che possono contribuire alla salvaguardia di un importante patrimonio culturale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Liotta G., 1998 – Termites and wooden structures in Monreale Cathedral. I International Congress “Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin”, 27 novembre - 2 dicembre 1995, Catania, Siracusa, Italy: 1319-1323.
[2] <http://www.nobanis.org/MarineIdkey/Bivalvia/TeredoNavalis.htm>

L'IDENTIFICAZIONE DEI LEGNAMI UTILIZZATI NELLE OPERE D'ARTE: METODI E CASI DI STUDIO

Flavio Ruffinatto

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Ambientali (DiSAFA), Università di Torino
flavio.ruffinatto@unito.it*

L'identificazione è uno degli elementi cardine della diagnostica su oggetti in legno. Sono decine di migliaia le specie in grado di produrre questo materiale e ciò ne determina l'estrema variabilità di caratteristiche, sia fisiche che meccaniche. Un corretto percorso diagnostico, così come corrette scelte conservative, non possono quindi prescindere da questa informazione.

La norma UNI 11118:2004 [1] stabilisce criteri e principi guida attraverso i quali tale analisi deve essere condotta su opere d'arte. L'identificazione su base anatomica costituisce al momento attuale lo strumento più pratico ed efficace per questa tipologia di oggetti e non solo [2], ma la sua accuratezza può variare di caso in caso. In particolare, è assai raro arrivare al dettaglio della specie botanica, ma più comunemente ci si deve limitare al genere, piuttosto che a gruppi di specie o, nei casi meno fortunati, a gruppi tassonomici molto più ampi quali la famiglia o la sottodivisione. Le differenti variabili che vanno a determinare tale livello di accuratezza sono esaustivamente analizzate da Wheeler e Bass [3], che individuano, tra le principali, lo stato di conservazione del campione e le sue dimensioni, la disponibilità di riferimenti bibliografici o di campioni di confronto, l'eterogeneità e la variabilità del taxon di appartenenza.

Tali limiti sono peraltro richiamati dalla sopracitata norma e nel caso di molti oggetti d'arte sono accentuati dalle peculiari condizioni di messa in opera degli elementi lignei (si pensi ad esempio ai mobili di ebanisteria, o alle micro sculture).

E' dunque di cruciale importanza ottimizzare il processo di identificazione al fine di ottenere il miglior compromesso tra efficacia dell'analisi e contenimento dell'invasività della stessa. In questo intervento si mostrerà come l'interazione tra i responsabili del restauro o della conservazione ed un esperto in anatomia ed identificazione possa consentire di definire, fin dalle prime fasi dell'indagine, la strategia più adatta per ogni singolo oggetto, limitando dunque l'invasività della stessa. Spaziando da approcci completamente non invasivi [4] ad altri micro-invasivi, saranno dunque presentati alcuni casi studio differenti in funzione della specificità dell'opera, ma uniti dalla comune filosofia del contenimento dell'invasività attraverso l'attento studio preliminare dell'oggetto e la comprensione delle sue caratteristiche strutturali.

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI 11118:2004. Cultural heritage. Wooden artefacts. Criteria for the identification of the wood species.
- [2] Gasson, P. 2011 – How precise can wood identification be? Wood anatomy's role in support of the legal timber trade, especially CITES. IAWA Journal 32 (2): 137-154
- [3] Wheeler E. A., Bass P., 1998 – Wood identification – a review. IAWA Journal, vol. 19 (3): 241-264.
- [4] Ruffinatto, F., N. Macchioni, G. Boetto, P. Baas & R. Zanuttini. 2010 – Reflected light microscopy as a non-invasive identification tool for wooden artefacts. IAWA Journal 31 (3): 317-331.

LA CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO DIFFUSO: UNA QUESTIONE DI BIOCOMPATIBILITÀ

Lorenzo Appolonia

*RAVA, Soprintendenza beni e attività culturali, struttura ricerca e progetti cofinanziati, Aosta
l.appolonia@regione.vda.it*

Si parla spesso di compatibilità dei materiali per il restauro. Il termine e il concetto hanno grande valenza nelle scelte operative di un intervento, ma è da ritenere che lo stesso possa essere esteso a molte delle attività conservative, siano esse dirette o indirette.

L'ottica di una Soprintendenza dovrebbe essere legata sì alla funzione principale della tutela del monumento, ma, in contemporanea, anche quella della salvaguardia di un ambiente, non per altro le Soprintendenze ai beni architettonici si occupano anche di conservazione del paesaggio con tutte le connessioni che questo comporta.

Il problema della presenza di crescite biologiche, visto con l'ottica di esperto scientifico che opera all'interno di una Soprintendenza che si occupa anche dei monumenti diffusi nel territorio, rende quasi impossibile non mettere insieme i due concetti per ottenere quel compromesso definito dalla compatibilità della coesistenza delle due necessità.

Alcuni programmi di conservazione da me seguiti hanno mostrato come la presenza biologica necessiti di una maggiore riflessione su come e dove intervenire.

La salvaguardia *piranesiana* del paesaggio non è detto debba essere uno degli strumenti di valutazione, tuttavia anche il concetto di rudere, dal punto di vista paesaggistico, vede una forte compresenza dello stato attuale e dell'aspetto possibile del monumento recuperato, fatte salve le attività di tutela e di conservazione dei resti e la loro *sanità* alla fruizione del pubblico.

Il problema del controllo delle attività biologiche in spazi naturali presenta l'evidenza dell'impossibilità ad eliminare tutte le presenze. L'attività va, quindi, controllata, ma può essere sfruttata proprio per la valutazione dell'impatto ambientale dovuto all'inquinamento sui reperti.

Una riflessione va portata verso la banalizzazione delle sequenze di intervento. Mi riferisco in modo particolare alle prassi *consolidate*, a cominciare dal concetto stesso della pulitura. È da ritenersi, infatti, che la pulitura di alcune superfici di monumenti in ambienti rurali non dovrebbe intendere che la stessa debba essere fatta in modo radicale e senza una valutazione corretta sulla necessità di tale rigore.

Uno studio sistematico delle presenze biologiche e della loro persistenza nell'aria che circonda un monumento, può permettere di identificare le presenze biologiche da controllare, lasciando che le altre continuino a fornire il loro apporto per una presenza biocompatibile nell'area naturale del monumento.

I REPERTI BIOLOGICI UMANI ANTICHI: VALUTAZIONI MACRO E MICROSCOPICHE PER LA VERIFICA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE

Rosa Boano

*Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBios)
Museo di Antropologia ed Etnografia, Università di Torino
rosa.boano@unito.it*

I reperti umani antichi rappresentano un archivio biologico di informazioni indispensabili ai fini dello studio “naturalistico” dell’Uomo; da essi si possono ricavare dati sulla qualità della vita delle popolazioni del passato, sullo stato di salute e malattia, su aspetti ereditari ed evolutivi.

Recentemente, con l’introduzione del Codice dei Beni Culturali e del Codice Etico ICOM per i Musei, si è diffusa una maggiore considerazione e attenzione nei confronti del valore intrinseco ed estrinseco delle collezioni antropologiche ed in particolare dei resti umani.

In questa prospettiva ampia ed articolata di tutela e valorizzazione dell’archivio antropologico, il Museo di Antropologia ed Etnografia dell’Università di Torino da diversi anni opera attivamente nell’ambito della conservazione dei reperti umani antichi, del loro studio e della comunicazione museale. In particolare, è stato avviato un programma di ricerca sulle mummie egizie e sudamericane volto alla valutazione del degrado chimico, fisico e biotico dei tessuti. Le indagini prevedono analisi macroscopiche e microscopiche delle superfici esposte e biopsie minimamente invasive in punti di frattura preesistenti. Con l’ausilio di tecniche istologiche è possibile verificare la presenza, l’estensione e la vitalità di eventuali colonie fungine e batteriche, rilevare la distribuzione del particolato atmosferico sulle superfici esposte e la presenza di elementi estranei provenienti, per esempio, dalle pratiche di imbalsamazione. Lo studio puntuale degli agenti infestanti e contaminanti assume un significato rilevante per la scelta di appropriati interventi di manutenzione sui reperti o di controllo dell’ambiente confinato. L’intento è quello di giungere ad una pianificata e programmata gestione del bene antropologico che preveda processi standardizzati volti a monitorare nel tempo le caratteristiche biologiche dei tessuti e le loro variazioni.

DIAGNOSTICA MOLECOLARE PER LA VALUTAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ SUI BENI CULTURALI, UN VALORE DA CONSERVARE O UN RISCHIO DA ELIMINARE?

Claudia Gazzano^{1,2}, Sergio E. Favero-Longo¹, Mariangela Girlanda¹, Rosanna Piervittori¹

¹ *Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBios), Università di Torino,
claudia.gazzano@unito.it, sergio.favero@unito.it, mariangela.girlanda@unito.it,
rosanna.piervittori@unito.it;* ² *Laboratorio Biologico, Centro Conservazione e Restauro La
Venaria Reale, Venaria (Torino)*

I manufatti lapidei in ambiente esterno offrono un substrato idoneo alla crescita di diversi microrganismi, quali batteri, cianobatteri, alghe e funghi lichenizzati e non. Questi possono rappresentare un potenziale fattore di rischio per la conservazione delle opere a causa dei processi fisico-chimici che la loro colonizzazione potrebbe innescare ai danni dei materiali, ma in certi contesti non secondario pare il loro ruolo bioprotettivo del substrato da agenti atmosferici e/o antropici. La scelta di un'eventuale rimozione o conservazione dei litobionti presenti dovrebbe quindi fondarsi sulla conoscenza della loro effettiva deteriorogenicità, strettamente correlata alla loro identificazione. In tale contesto, la biologia molecolare sempre più è considerata un fondamentale supporto allo *screening* della complessità delle patine biologiche.

Il presente intervento illustra l'esito di indagini effettuate su patine nere presenti sui substrati carbonatici (travertino, malte) del Teatro Romano di Aosta, confrontando le potenzialità e la possibile integrazione di un tradizionale approccio colturale con quello molecolare. L'estrazione di DNA direttamente dal substrato (Fast DNA ® Spin Kit for Soil) e l'analisi delle regioni ITS e 16S dell'rDNA, considerate rispettivamente per funghi e cianobatteri, hanno consentito di evidenziare una diversità superiore a quella rilevata con il metodo colturale. D'altro canto, l'attuale povertà nelle banche dati di sequenze relative a certi gruppi di litobionti rende non sempre risolutiva l'analisi ai fini di un'identificazione certa, indispensabile per desumere la potenziale deteriorogenicità del microorganismo in esame. Solo la disponibilità di colture rende invece possibile la realizzazione diretta di saggi in laboratorio sulla sintesi di metaboliti potenzialmente deteriorogeni e sulle modalità di interazione fisica con i lapidei, oltre che la verifica dell'efficacia di differenti trattamenti biocidi. E' solo dunque un'integrazione dei due approcci che consente la realizzazione di test sugli organismi coltivabili, ma anche un'effettiva comprensione della complessità delle patine che ne chiarisca la rappresentatività, così consentendo di ottimizzare la definizione di strategie di intervento conservativo.

INDAGINI BIOLOGICHE SU TESSILI FINALIZZATE AD UN INTERVENTO DI RECUPERO CONSERVATIVO

Chiara Tricceri¹, Claudia Gazzano^{2,3}, Paola Croveri^{3,4}, Roberta Genta⁵

¹ Restauratrice, Laureata Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, Venaria (Torino) cleric@libero.it; ² Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBios), Università di Torino, claudia.gazzano@unito.it; ³ Laboratori Scientifici Centro di Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Venaria (Torino)- ⁴ Dipartimento di Chimica Università di Torino, Italia, paola.croveri@centrorestaurovenaria.it; ⁵ Laboratorio di Restauro Manufatti Tessili, Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Venaria (Torino), roberta.genta@centrorestaurovenaria

I funghi sono i microrganismi più attivi nel degrado delle fibre tessili di origine naturale, in particolare per quelle vegetali [1; 2]. Le trattazioni sulla fenomenologia e sui processi fisico-chimici di alterazione legati al biodeterioramento dei manufatti tessili, così come gli studi a supporto delle operazioni di restauro di tali opere sono piuttosto rare [e.g. 3 e citazioni incluse]. In questo lavoro è presentato il recupero conservativo di una pianeta della collezione di paramenti liturgici appartenenti all'Arciconfraternita dell'Orazione e Morte di Trino (VC) affrontato con un approccio metodologico innovativo per questa tipologia di manufatti a sostegno dell'importanza, ai fini della tutela e valorizzazione, della complementarietà tra approccio umanistico e scientifico [4]. La messa a punto del progetto di intervento sulla veste, composta da tessuto in damasco di seta e fodera in cotone, si è sviluppata a partire dallo studio della complessa storia conservativa del manufatto, riconducibile soprattutto all'alluvione verificatasi in Piemonte nell'ottobre del 2000. In collaborazione con i Laboratori Scientifici del Centro di Conservazione e Restauro *La Venaria Reale* è stato possibile: (a) identificare i depositi di natura biologica presenti sulla superficie del manufatto con l'impiego di tecniche colturali e osservazione microscopica secondo i criteri della sistematica classica, con riferimento a chiavi e monografie pertinenti; (b) verificare la vitalità delle spore sulla base di colorazioni istochimiche (colorazione selettiva FDA) accoppiate a tecniche microscopiche; (c) valutare qualitativamente l'interazione ife-fibre con osservazioni in microscopia ottica ed elettronica; (d) effettuare tests di efficacia di prodotti biocidi su due delle specie fungine identificate (*Aspergillus sulphureus* e *Phialocephala humicola*); (e) verificare i risultati ottenuti allestendo nuovi tests che replicassero le procedure operative di restauro. Il prodotto biocida più idoneo è risultato essere il benzalconio cloruro; questo risulta efficace già in bassa concentrazione, allo 0,5%, senza influenzare lo stato di conservazione delle fibre. È stato dunque possibile applicare direttamente, in fase di pulitura fisico-chimica in mezzo acquoso della pianeta, i risultati ottenuti sperimentalmente agendo efficacemente sulla rimozione degli agenti biodeteriogeni presenti sul tessuto.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Caneva G., Nugari M.P., Salvadori O., eds., 2005 - La biologia vegetale per i beni culturali. Vol. I. Biodeterioramento e Conservazione. Nardini Editore, Firenze.
- [2] Garside P., 2010, Textiles, in cultural heritage microbiology: fundamental studies in conservation science, Ed. By R. Mitchell and C.J. Mcnamara, ASM Press, 97-110.
- [3] Szostak-Kotowa J., 2004 - Biodeterioration of textiles, International Biodeterioration & Biodegradation, 53: 165-170.
- [4] Tricceri C., 2011-12 - Tessili alluvionati: tutela sul territorio e indagini biologiche finalizzate ad un intervento di recupero conservativo (Tesi, Corso di Laurea Magistrale Abilitante in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, Università degli Studi di Torino).

SESSIONE II - *IL CONTROLLO DEL BIODETERIORAMENTO E IL BIORESTAURO*

BIORESTAURO: I BATTERI AMICI

Francesca Cappitelli

*Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS),
Università di Milano
francesca.cappitelli@unimi.it*

È nozione comune che i microrganismi svolgano un ruolo chiave nei cicli biogeochimici e nelle produzioni di bevande alcoliche e alcuni alimenti. È meno noto invece che essi possano essere d'aiuto per la conservazione di beni culturali. Nell'ultimo decennio i microrganismi si sono rivelati un'utile alternativa a metodi di pulitura tradizionali e sono stati adoperati anche per il consolidamento. Una delle ragioni principali della favorevole considerazione rivolta alle biotecnologie da parte dei restauratori è che queste non hanno impatto negativo sulla salute dell'operatore e dell'ambiente.

Alcuni batteri, come *Desulfovibrio* spp., possono rimuovere depositi e croste a base di solfati e nitrati dovute all'inquinamento, riducendoli rispettivamente ad acido solfidrico e azoto molecolare, altri batteri, come *Pseudomonas* spp., eliminano la sostanza organica trasformandola in anidride carbonica. Esempi dell'utilizzo delle biotecnologie per la pulitura riguardano il Duomo di Milano (2006-2007) e di Firenze [1] (2011), la cattedrale di Matera (2006) e varie sculture fra cui il basamento della Pietà Rondanini di Michelangelo (2005) e sculture del castello del Buonconsiglio a Trento (2010).

La biopulitura è stata utilizzata anche per la rimozione di sostanze utilizzate in precedenti interventi di restauro. È il caso di un affresco di Spinello Aretino presso il Cimitero monumentale di Pisa trattato con *Pseudomonas stutzeri* per eliminare la colla animale.

La precipitazione di carbonato di calcio ad opera di batteri è stata utilizzata per consolidare pietre calcaree secondo due strategie [2]: la prima vuole l'utilizzo di una coltura pura che si inocula sulla pietra, ad es. di *Micrococcus xanthus*, la seconda strategia vede l'applicazione del solo terreno colturale con l'intento di attivare i microrganismi che fanno già parte della microflora del manufatto da trattare e che sono in grado di precipitare carbonato di calcio.

Oltre ad essere una valida alternativa a tecniche tradizionali, le biotecnologie al servizio della conservazione dei beni culturali stanno creando anche nuovi posti di lavoro per i giovani facendo nascere nuove imprese.

BIBLIOGRAFIA

[1] Gioventù E., Lorenzi P.F., Villa F., Sorlini C., Rizzi M., Cagnini A., Griffò A., Cappitelli F., 2011 - Comparing the bioremoval of black crusts on colored artistic lithotypes of the Cathedral of Florence with chemical and laser treatment. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65: 832-839.

[2] Jroundi F., Gomez-Suaga P., Jimenez-Lopez C., Gonzalez-Munoz M.T., Fernandez-Vivas M.A. 2012 - Stone-isolated carbonatogenic bacteria as inoculants in bioconsolidation treatments for historical limestone. *Science of the Total Environment*, 425: 89-98.

I METODI DI TRATTAMENTO DELLA CRESCITA BIOLOGICA

Daniela Pinna

*Opificio delle Pietre Dure, Firenze
daniela.pinna@beniculturali.it*

Negli ultimi anni si è andata affermando la convinzione che la corretta programmazione di un intervento conservativo implichi, innanzitutto, la valutazione del tipo e dell'entità del degrado del manufatto in esame. Nel caso della crescita biologica, le operazioni conservative includono le misure utili ad eliminare il degrado causato da microrganismi ed organismi e, quando possibile, a ritardare la loro ricomparsa. L'attuale atteggiamento conservativo è generalmente orientato a prevedere interventi di rimozione della microflora spontanea in tutti i casi in cui risulti un elemento oggettivo di danno. In funzione del tipo di organismo presente, dei materiali e dello stato di conservazione dell'opera, possono essere utilizzati diversi metodi classificati come meccanici, fisici e chimici [1]. L'efficacia dei trattamenti dipende dai metodi scelti, dal tipo di substrato, dai biodeteriogeni presenti; se le condizioni ambientali che hanno favorito la crescita biologica non saranno modificate, questa si ripresenterà. In questi casi è opportuno programmare monitoraggi per controllare l'eventuale insorgere di nuove colonizzazioni. Il controllo della crescita biologica sui materiali inorganici è stato finora effettuato principalmente tramite l'uso di metodi chimici [2]. Tali metodi, introdotti in questo settore soprattutto a partire dagli anni '70, utilizzano sostanze biocide attive contro la flora o i microrganismi da trattare. La ricolonizzazione di materiali lapidei trattati è stata dimostrata da alcuni recenti studi e quindi in questi casi diventa necessario un nuovo trattamento per rimuovere la nuova crescita. I trattamenti biocidi sono quindi sempre più usati anche nell'intento di prevenire una possibile ricolonizzazione. Recentemente sono state effettuate alcune sperimentazioni tramite prodotti preotettivi e/o consolidanti mescolati a biocidi per inibire per lunghi periodi la ricolonizzazione biologica e contemporaneamente per consolidare e/o rendere idrorepellente la superficie lapidea. I metodi fisici possono costituire una valida alternativa ai biocidi laddove questi ultimi si siano dimostrati inefficaci o abbiano manifestato interferenze con il substrato. Tra le metodiche fisiche recentemente impiegate per il trattamento di biodeteriogeni, si distinguono quelle basate sul laser e sull'assorbimento di energia a microonde [4, 5]. Il laser permette un trattamento rapido e concentrato, ma è per sua natura molto superficiale. Per contro, le microonde permettono di trattare regioni estese e di maggiore profondità.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AA.VV., 2005 - Il controllo del biodeterioramento. In: La biologia vegetale per i beni culturali. Biodeterioramento e conservazione (G. Caneva, M.P. Nugari M.P., O. Salvadori, eds.). Nardini Editore, Firenze: 309-346.
- [2] Caneva G., Nugari M.P., Pinna D., Salvadori O., 1996 - Il controllo del degrado biologico. Nardini Editore, Firenze.
- [3] Pinna D., 2004 - Il minimo intervento nel controllo del degrado biologico. Atti del convegno "Il minimo intervento nel restauro" (Siena, 18-19 giugno 2004). Nardini Editore, Firenze: 69-74.
- [4] Speranza M., Sanz M., Oujja M., de los Rios A., Wierchos J., Pérez-Ortega S., Castillejo M., Ascaso C., 2012 - Nd-YAG laser irradiation damages to *Verrucaria nigrescens*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, in press.
- [5] Speranza M., Wierchos J., de los Rios A., Pérez-Ortega S., Souza-Egipsy V., Ascaso C., 2012 - Towards a more realistic picture of in situ biocide actions: Combining physiological and microscopy techniques. *Science of the Total Environment*, 439: 114-122.

IL CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ARIA IN AMBIENTI CONFINATI

Annamaria Giovagnoli¹, Maria Pia Nugari²

¹*Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma, annamaria.giovagnoli@gmail.com;*

²*Ex Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma, mariapia.nugari@tiscali.it*

La conoscenza dei rapporti dinamici esistenti tra l'opera d'arte e l'ambiente in cui essa è collocata costituisce uno degli elementi cardine per la "conservazione preventiva" del patrimonio culturale; in ambito museale, questo concetto, già enunciato nella Carta del Restauro del 1987, ha trovato nel decreto legislativo "Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei" [1] una definizione delle linee guida da adottare che si basano sullo studio dello stato di conservazione dei manufatti e delle caratteristiche degli ambienti di conservazione. In conformità a tali indicazioni l'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro ha condotto ricerche interdisciplinari in numerosi musei nazionali e internazionali al fine di mettere a punto un protocollo di monitoraggio dei parametri ambientali che consenta di individuare tempestivamente i fattori di pericolosità legati all'ambiente, alla struttura e alla gestione ordinaria e straordinaria dei musei (riallestimento di sale espositive, mostre temporanee e prestiti) [2].

Per il controllo dei fattori fisici, chimici e biologici di rischio, dovendo conciliare il rigore richiesto da monitoraggi di tipo scientifico con le crescenti e reali problematiche economiche dei musei, sono state scelte metodologie che potessero essere adottate dal personale formato interno alle istituzioni museali. Il protocollo individuato prevede inoltre tempi d'indagine limitati da pianificarsi però sulla base di una valutazione complessiva che consideri sia lo stato di conservazione degli oggetti che il contesto ambientale geografico in cui il museo insiste. Per quanto detto, per gli inquinanti chimici si è scelto di monitorare le polveri (PM10) e il biossido di carbonio mediante strumentazioni portatili di facile utilizzazione mentre per quelli biologici, che richiedono per l'interpretazione dei dati una elevata specializzazione, ha imposto la necessità di limitare i monitoraggi a periodi e casi da individuarsi sulla base di studi preliminari. I risultati delle esperienze condotte hanno portato alla formulazione della Scheda Ambientale, oggi informatizzata, per la raccolta dei dati riguardanti l'ambiente; essa costituisce uno strumento di gestione dati, semplificato ma scientificamente affidabile, per formulare un giudizio complessivo, sulle condizioni conservative nei musei, adottabile così sia da personale scientifico ma anche da curatori museali e da restauratori [3].

BIBLIOGRAFIA

[1] GAZZETTA UFFICIALE n. 244 (supplemento), fascicolo 238, 19 ottobre 2001 - Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei (DL 112/1998, art.150, comma 6).

[2] Giani E., Giovagnoli A., Nugari M.P., 2002 - Il controllo ambientale nei musei: il caso della Galleria Doria Pamphilj a Roma. In: X Congresso Nazionale di Aerobiologia-Aria e Salute, Riassunti, Bologna: 69.

[3] Cacace C., Giani E., Giovagnoli A., Gordini L., Nugari M.P., 2010 - *The WEB Environmental Data Sheet for museums and temporary exhibitions*. In: Multidisciplinary Conservation: a Holistic View for Historic Interiors. Joint Interim-Meeting of five ICOM-CC Working Group. Rome 2010: 48.

STUDIO SPERIMENTALE DI SISTEMI DI BIOCONSOLIDAMENTO

Arianna Valentina Scarcella¹, Michela Cardinali², Daniele Castelli³, Tommaso Poli⁴,
Anna Rosa Sprocati⁵

¹ *Restauratrice Laurea Magistrale in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali. Venaria (Torino) arianna.scarcella@gmail.com;* ² *Laboratori di Restauro Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Venaria (Torino), michela.cardinali@centrorestaurovenaria.it;*

³ *Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, daniele.castelli@unito.it;*

⁴ *Laboratori Scientifici Centro di Conservazione e Restauro La Venaria Reale, Venaria (Torino), tommaso.poli@centrorestaurovenaria.it;* ⁵ *Unità Tecnica Caratterizzazione, prevenzione e risanamento ambientale, ENEA-Casaccia, Roma, annarosa.sprocati@enea.it*

La redazione del progetto conservativo relativo ad un frammento di stipite egizio proveniente dal villaggio di Deir el-Medina ha posto le basi per l'approfondimento delle vicende storiche relative all'arrivo dell'opera al Museo di Antichità Egizie di Torino, e per la caratterizzazione del litotipo. L'analisi dello stato conservativo dell'opera ha posto l'accento su un diffuso fenomeno di decoesione superficiale, oggetto di precedenti interventi di restauro.

Nell'ambito del percorso conoscitivo volto ad individuare la migliore metodologia d'intervento sul manufatto in oggetto sono state considerate molteplici possibilità relative al consolidamento dei materiali lapidei [1, 2]. Ne è nata una sperimentazione che ha visto l'applicazione, su quattro differenti tipologie di provini, di prodotti di diversa natura, al fine di valutarne e confrontarne le proprietà consolidanti. Blocchetti in materiale lapideo e due tipologie di mattoncini in malta, costituiti da un calcare petrograficamente analogo al litotipo di provenienza egizia, sono stati trattati con diversi prodotti; un tipo di mattoncini, dalla superficie più irregolare, è stato cosparso di polvere di calcare prima di procedere al consolidamento. L'aspetto maggiormente innovativo della sperimentazione ha riguardato l'applicazione di batteri biocalcinogeni in grado di indurre la precipitazione di cristalli di calcite, secondo diverse vie metaboliche, oggetto di molteplici sperimentazioni riportate in letteratura [3-5]. A seguito di test *in vitro* eseguiti con 12 ceppi batterici dalla accertate capacità biocalcinogene, sono stati individuati tre ceppi maggiormente compatibili con le caratteristiche morfologiche del litotipo costitutivo dei provini e, conseguentemente, delle peculiari istanze conservative dell'opera in oggetto. Sei consolidanti "tradizionali" e tre ceppi batterici sono stati applicati sulla superficie dei provini, secondo metodologie descritte in letteratura. La verifica dei risultati ottenuti dai test ha permesso di evidenziare gli ottimi esiti conseguiti dall'applicazione dei ceppi biocalcinogeni, con risultati relativi alla variazione dell'assorbimento di acqua paragonabili a quelli ottenuti con i consolidanti tradizionali. Benchè lo studio abbia evidenziato alcune criticità circa l'applicazione dei ceppi batterici, i risultati dei test permettono di considerare il bioconsolidamento una valida alternativa per il consolidamento di calcari dolomitici interessati da fenomeni di decoesione superficiale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Borgioli L., 2006 - Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra. Il Prato, Saonara (PD).
- [2] Lazzarini L. & Tabasso M.L., 2010- Il restauro della pietra. Edizioni UTET, Torino.
- [3] Castanier S., Le Métayer G., Perthuisot J.P., 1999 - Ca-carbonates precipitation and limestone genesis. The microbiogeologist point of view, *Sedimentary Geology*, 126: 9-23.
- [4] Barbabietola N., 2006 - Isolamento di ceppi batterici calcinogenici da un ipogeo etrusco ed ipotesi di una loro applicazione nel biorestauro, Tesi di Laurea in Scienze Applicate ai Beni Culturali, Facoltà di Scienze MFN, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- [5] Barabesi C., Mastromei G., Perito B., 2007- La carbonatogenesi batterica nella conservazione di opere d'arte lapidee. In Sabbioni C., Persia F., Castelletti L. (eds.), *Biologia e archeobiologia nei Beni culturali. Conoscenze, Problematiche e Casi di Studio*. New Press Publisher, Como: 236-246.

**COMUNITÀ FUNGINE SULLE SUPERFICI DECORATE DELLA SACRESTIA
JUVARRIANA DELLA CHIESA DELL'ARCICONFRATERNITA DELLA SS.
TRINITÀ DI TORINO: VALUTAZIONE COMPARATIVA DI BIOCIDI E
CONSOLIDANTI**

Francesco Brigadeci¹, Alessandro Segimiro¹, Sergio E. Favero-Longo²,
Rosanna Piervittori²

¹ *Restauratori Laureati Magistrali in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, Venaria (Torino) francesco.brigadeci@unito.it, alessandro.segimiro@unito.it;* ² *Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi (DBios), Università di Torino, sergio.favero@unito.it, rosanna.piervittori@unito.it*

La sacrestia juvarriana della Chiesa della SS. Trinità di Torino è riccamente ornata da decorazioni in stucco, che sulla volta incorniciano spazi dedicati a dipinti murali. Tale ambiente è stato interessato, in passato, da un'ingente infiltrazione di acqua proveniente dai locali superiori, protrattasi per più anni. Le superfici della volta risultano per questo gravemente compromesse sia in parte dei dipinti murali che degli stucchi. Disponibilità idrica e di nutrienti, correlati a precedenti interventi di restauro, hanno in particolare favorito una colonizzazione fungina, causa di degrado estetico e potenziale agente di ulteriori fenomeni di deterioramento. Il presente studio è stato rivolto alla valutazione degli effetti di (a) 7 biocidi commercializzati (Biotin R, Biotin T, Des Novo, Lichenicida 264, Sinoctan PS, Benzalconio Cloruro-Bresciani, Benzalconio cloruro-Fluka), preparati in linea con le raccomandazioni dei fornitori, e (b) 4 consolidanti (Ludox PX30, Estel 1000, Microacril CV40, K52) sulle specie fungine identificate sulla volta (*Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Penicillium griseoroseum*, *Stachybotrys chartarum*). L'effetto dei trattamenti con 50 µl di ciascun formulato è stato valutato in termini di influenza sullo sviluppo areale del micelio di isolati in coltura su MEA (prove con biocidi) o BG11 (prove con consolidanti) a 9 (T1), 28 (T2), 50 (T3) giorni e un anno (T4) dall'inoculo (T0) mediante analisi di immagine con i programmi CAD e WinCAM (Regent's Instrument). I saggi realizzati hanno evidenziato una diversa efficacia dei diversi biocidi a seconda della specie trattata, con una massima resa in termini di abbattimento della crescita miceliare osservata per i prodotti Biotin R e Biotin T. Anche i trattamenti con i diversi consolidanti hanno indotto pattern di crescita differenti a seconda delle diverse specie, talora con effetti stimolanti, talora limitanti lo sviluppo miceliare e la produzione di strutture riproduttive. Tali risultati evidenziano fortemente la necessità di saggiare caso per caso i prodotti per il restauro, coniugando l'approccio del restauratore a quello di un diagnosta che sappia risolvere la complessità della componente biologica.