

Biotecnologie microbiche per strategie di Conservazione e di Restauro sostenibili



L'ENEA, all'interno dei suoi centri di ricerca, ha sviluppato prodotti, tecniche, procedure e servizi per offrire soluzioni a diverse problematiche di restauro, dalla diagnosi del biodeterioramento a problemi di pulitura e consolidamento di opere d'arte.

Si tratta di metodologie innovative, che presentano indubbi vantaggi in termini di selettività dell'intervento, sicurezza per l'opera d'arte, assenza di tossicità, basso costo e ridotto impatto ambientale. Offrono pertanto un valido strumento per la transizione verso un mercato di prodotti sostenibili, di origine naturale e privi di tossicità.

L'ENEA offre servizi avanzati per soluzioni biotecnologiche in grado di dare risposte ad esigenze specifiche dei restauratori per problemi di difficile soluzione.

L'applicazione delle tecniche ENEA di biorestauro per biopulitura è già in corso su opere di grande rilievo ad esempio all'interno dei Musei Vaticani e di Palazzo Farnese a Roma; inoltre il progetto «biorestauro» dell'Agenzia ha vinto il Premio Smart Communities, SMAU-Bologna 2015.

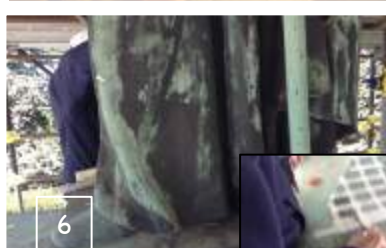
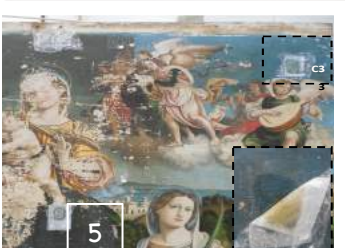
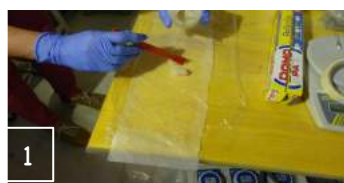
Biorestauro

L'utilizzo di biotecnologie microbiche per la pulitura attraverso i microrganismi capaci di rimuovere depositi di varia natura è una delle metodologie con maggiori potenzialità. All'interno del Laboratorio ENEA di Biogeochimica ambientale è stata sviluppata una collezione di microrganismi denominata "ENEA-Lilith", costituita ad oggi da circa 600 ceppi ambientali, spontanei e non patogeni. Per la biopulitura i microrganismi vengono immobilizzati in matrici diverse al fine di realizzare impacchi "su misura" (micro-pack) che non lascino residui sull'opera dopo il trattamento. Applicazioni di biorestauro sono state eseguite con successo da ENEA su porzioni delle logge affrescate della Casina Farnese sul Palatino, nella Galleria dei Carracci a Palazzo Farnese, presso i Musei e i Giardini Vaticani. Altre collaborazioni riguardano il Centro Conservazione e Restauro La Venaria Reale, l'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, la Domus Aurea, la Galleria Nazionale di Arte Moderna.



• Casi studio di biopulitura

MATERIALE ORIGINARIO	DEPOSITI da rimuovere	APPLICAZIONI
Carta antica	Colle animali	Istituto Nazionale per la Grafica
Dipinti murali	Depositi sovrammessi di carbonati, gesso, materiale proteinaceo	Casina Farnese (Fig.2)
Affreschi	Resina Primal Colle viniliche	Galleria Carracci-Palazzo Farnese (Fig.3) Palazzo dei Papi di Avignone (studio di laboratorio)
Materiale lapideo	Ossidi di ferro, inquinamento urbano, idrocarburi, macchie brune, carbonati, cere, Paraloid	Galleria Carracci-Palazzo Farnese Galleria GNAM (Fig 4) Fondazione Venaria Reale
Dipinti su tavola	Colletta in olio	Musei Vaticani (Fig.5)
Lastre calcografiche	Resina Zapon	Istituto Nazionale per la Grafica
Manufatti di bronzo	Ossidi di rame	Giardini Vaticani (Fig.6)



La collezione ENEA-Lilith ospita anche numerosi ceppi capaci di precipitare minerali, principalmente biocalciti di diverse colorazioni, utili per applicazioni di bioconsolidamento

Biodeterioramento delle opere d'arte

Diversi studi hanno evidenziato la difficoltà di definire in modo esauriente la complessità delle comunità microbiche sulle superfici monumentali e nel riconoscere, tra gli organismi colonizzatori, i biodeteriogeni responsabili dell'innesco del processo di degrado. Da qui l'importanza di individuare trattamenti efficaci che siano duraturi nel tempo, poco invasivi e ambientalmente più compatibili rispetto ai biocidi commerciali a largo spettro, che generano resistenze e diventano inefficaci.

Una diagnosi precoce ed accurata è quindi un fattore chiave per l'attuazione di una strategia di conservazione adeguata, poiché fornisce una base ragionevole per lo sviluppo di protocolli di monitoraggio e per la prevenzione del danno. L'insieme delle tecniche biotecnologiche permette di ottenere una diagnosi approfondita del biodeterioramento e di stabilire se l'alterazione sia ascrivibile ad uno o più microrganismi isolati e di individuare, quindi, trattamenti selettivi.

- **Casi studio**

I principali casi studio hanno interessato i seguenti luoghi: Tomba della Mercareccia nella Necropoli di Tarquinia, Casa di Augusto sul Colle Palatino, Mitreo di Caracalla, Tomba dei Rilievi nella Necropoli di Cerveteri, Ipogeo nell'area archeologica di via della Lega Lombarda-Roma, Domus Aurea-Colle Esquilino, un Documento Notarile Capitolino del XVII secolo (ICRCPAL).



Particolare della Tomba dei Rilievi (Necropoli di Cerveteri). A destra alcuni ceppi batterici (b) e fungini (f) isolati dalla zona con alterazione scura nei punti di campionamento.



In alcuni casi è stato sperimentato il prodotto ENEA **Bio-Z**, un estratto grezzo di origine microbica, con proprietà bioemulsionanti e antimicrobiche verso alcuni noti biodeteriogeni.

I risultati indicano che il prodotto svolge un'azione antimicrobica e preventiva.

Effetto del prodotto Bio-Z sulle alterazioni di manufatti lapidei dei Giardini Vaticani. A più di un anno di distanza dall'applicazione l'effetto permane.

Cleopatra, di A:Balzico. Statua di marmo, Galleria GNAM: applicazioni di micro-pack per biopulitura.



Prove di biopulitura di resina su affresco della Galleria Carracci, Palazzo Farnese

PUBBLICAZIONI SELEZIONATE

- *Biotecnologie in gioco verso processi e prodotti sostenibili per i beni culturali*. Anna Rosa Sprocati, Flavia Tasso, Chiara Alisi, Paola Marconi, Giada Migliore. In: *Energia, Ambiente e Innovazione*. 2016 n. 4: 58-63 ENEA (in press)
- *A safe microbe-based procedure for a gentle removal of aged animal glues from ancient paper*. Nicoletta Barbabietola, Flavia Tasso, Chiara Alisi, Paola Marconi, Brunella Perito, Giovanna Pasquariello and Anna Rosa Sprocati. *International Biodeterioration & Biodegradation* 109 (2016) 53-60.
- *Laponite micro-packs for the selective cleaning of multiple coherent deposits on wall paintings: The case study of Casina Farnese on the Palatine Hill (Rome-Italy)*. Matteo Mazzoni, Chiara Alisi, Flavia Tasso, Adele Cecchini, Paola Marconi and Anna Rosa Sprocati. *International Biodeterioration & Biodegradation* 94 (2014) 1:11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.06.004>
- *A new biogenic, struvite-related phosphate, the ammonium-analogue of hazenite, (NH₄)NaMg₂(PO₄)₂·14H₂O*. Hexiong Yang, Livia Martinelli, Flavia Tasso, Anna Rosa Sprocati, Flavia Pinzari, Zhenxian Liu⁵, Robert T. Downs, and Henry J. Sun. *American Mineralogist* (2014), 99: 1761–1766
- *Fluorescence lidar measurements at the archaeological site House of Augustus at Palatino, Rome*. Valentina Raimondi, Chiara Alisi, Kerstin Barup, Maria Paola Bracciale, Alessandra Broggi, Cinzia Conti, Jenny Hällström, David Lognoli, Lorenzo Palombi, Maria Laura Santarelli, Anna Rosa Sprocati. *Proc. of SPIE Vol. 8893 88930E-1*. © 2013 SPIE doi: 10.1117/12.2030205
- *Microbe-Based Technology for a Novel Approach to Conservation and Restoration*. Nicoletta Barbabietola, Flavia Tasso, Michela Grimaldi, Chiara Alisi, Salvatore Chiavarini, Paola Marconi, Brunella Perito and Anna Rosa Sprocati. In *EAI Speciale II-2012 Knowledge, Diagnostics and Preservation of Cultural Heritage*

BREVETTI

- *Biotechnology process for the removal of cohesive deposits of organic and inorganic origin from materials and works of historical and artistic interest*. Brevetto Europeo WO2015040647 (A1). Inventori: Anna Rosa Sprocati, Chiara Alisi, Flavia Tasso.

Contatti: annarosa.sprocati@enea.it, chiara.alisi@enea.it, paola.marconi@enea.it,
flavia.tasso@enea.it, giada.migliore@enea.it