



Micro4Art-solfati

**Formulato a base di batteri solfatoriduttori,
adatto per il trattamento desolfatante di superfici lapidee e dipinti murari.**

Il prodotto Micro4Art-solfati è un bioformulato a base di batteri solfato riduttori del genere *Desulfovibrio vulgaris*. Si presenta in forma di liofilizzato. Prima di essere applicato sulla superficie da trattare va reidratato con acqua preferibilmente demineralizzata e preridotta, e addizionato con un addensante. Il prodotto è stato pensato per la rimozione di alterazioni solfatiche da superfici litoidi e il suo uso rientra nella pratica del biorestauro.



Figura 1: Confezione di Micro4Art-solfati

La tecnica del biorestauro, sfrutta l'attività di cellule microbiche come agenti di pulitura. Nel caso della rimozione di croste nere solfatiche da materiale lapideo (formazione di CaSO_4) la tecnica si avvale di batteri solfato-riduttori, ovvero batteri anaerobi capaci di ridurre il solfato in acido solfidrico, che poi si disperde nell'atmosfera senza nessuna conseguenza per l'ambiente (Figura 2), mentre gli ioni calcio riprecipitano sul substrato come carbonato di calcio di seconda formazione, secondo la seguente reazione: $6\text{CaSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow 6\text{CaCO}_3 + 4\text{H}_2\text{S} + 2\text{S} + 11\text{O}_2$

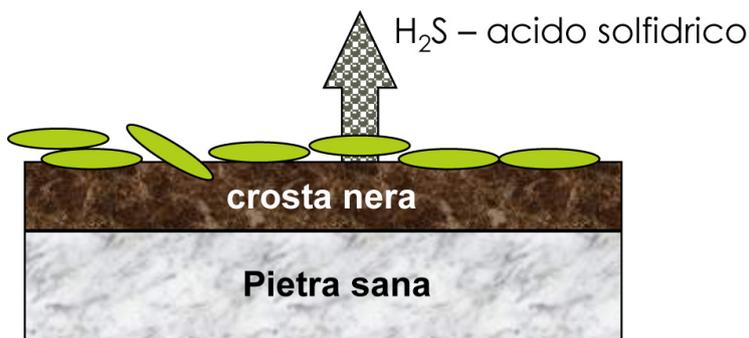


Figura 2: Schematizzazione dell'azione dei batteri solfato-riduttori sull'alterazione solfatica.

I batteri solfato-riduttori in questione appartengono alla specie *Desulfovibrio vulgaris*, sono assolutamente sicuri per l'uomo e l'ambiente e sono comunemente presenti in habitat anossici quali fanghi, sedimenti d'acqua dolce e salata e nel tratto gastrointestinale umano e animale.

Gli studi condotti su questi microrganismi e sul loro metabolismo sono stati avviati a partire da metà degli anni ottanta da un gruppo di ricercatori dell'Università degli studi di Milano. I loro studi hanno permesso di sviluppare un'efficace metodologia applicativa che è stata brevettata nel 2006.

Tale metodologia prevede l'uso del CARBONEUTRAL come sistema veicolante grazie all'alta compatibilità con le cellule e al fatto che permette di mantenere soddisfacenti condizioni di umidità e di parziale anaerobiosi. Tali condizioni vengono mantenute per tutto il tempo di applicazione dell'impacco grazie ad una pellicola plastica (tipo pellicola trasparente per alimenti) che viene posta a copertura dell'impacco stesso.

Il metodo applicativo è semplice e richiede una serie di passaggi che vengono chiaramente illustrati nella scheda di istruzioni allegata alla confezione.

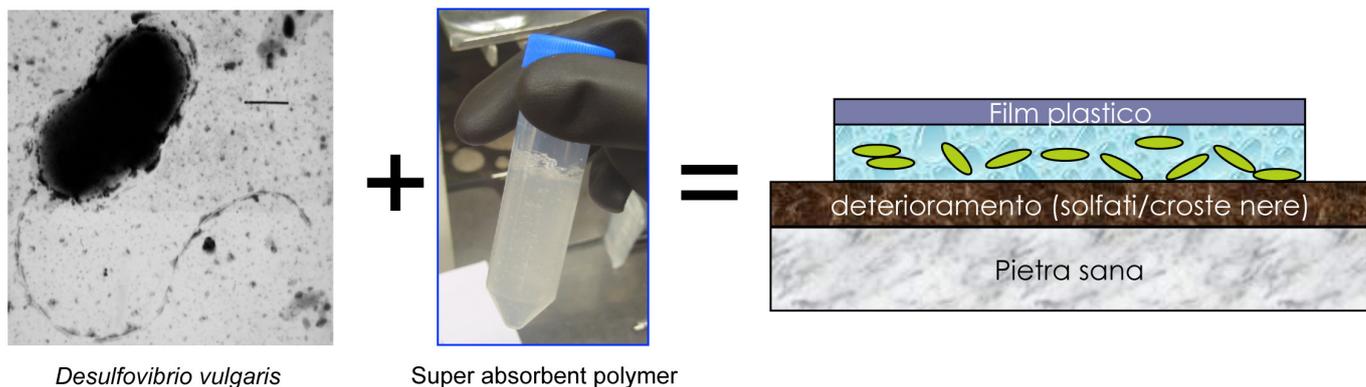


Figura 3: A sinistra schematizzazione dell'impacco batteri + sistema veicolante su crosta nera.

L'impacco viene lasciato in posa per un tempo opportunamente valutato (dalle 8 alle 10 ore), in seguito la crosta nera "destrutturata" dall'attacco batterico viene rimossa con acqua mediante un panno o una spazzola. E' importante sottolineare che, a differenza delle sostanze chimiche che non sono selettive e "agrediscono" tutto quello con cui entrano in contatto, i batteri, rimuovendo solo l'alterazione, potrebbero essere lasciati a contatto con la pietra anche per un numero di ore maggiore rispetto a quelle indicate (es.: 24 ore) senza causare alcun tipo di danno alla superficie stessa. In questo caso l'unico fattore limitante potrebbe essere la compatibilità della superficie con l'impacco acquoso.

Inoltre, proprio in virtù della selettività dei batteri, questa metodologia di restauro permette anche la conservazione della patina di ossalati detta "patina nobile" (Cappitelli et al., 2007).

Una volta rimossa completamente l'alterazione solfatica, i batteri, privati della loro fonte di "nutrimento", muoiono.

Il numero di applicazioni può variare in funzione di una serie di parametri quali: lo spessore, la stratificazione e la composizione della crosta, l'indice di assorbimento della superficie trattata, le condizioni ambientali esterne; pertanto si consiglia:

- qualora la crosta da trattare sia di spessore uguale o superiore al mezzo centimetro, assottigliarla meccanicamente
- lasciare in opera il prodotto per un tempo minimo di sei ore, per permettere al microrganismo di attivare al meglio il proprio metabolismo
- operare con una temperatura ambientale compresa tra i 10 e i 35-40°C

Dal momento che i microrganismi lavorano a diretto contatto con la sostanza da rimuovere, la pulitura avviene per strati; per cui potrebbero, in alcuni casi, essere necessarie più applicazioni per arrivare alla completa rimozione della crosta. (ad esempio per alterazioni di mezzo cm mediamente occorrono 3/4 applicazioni).

Tale tecnica è stata applicata con successo su una formella del Duomo di Milano (Figura 4) (Cappitelli et al., 2007), due statue dello scultore J. Eberle (Polo et al., 2010) (Figura 5), la scultura "Allegoria della Morte" di G. Lazzerini (Gioventù e Lorenzi, 2011) e un'area della Pietà Rondanini (Cappitelli et al., 2005). L'Opificio delle Pietre Dure ha espresso una valutazione tecnico-estetica positiva in merito ai risultati ottenuti, confermando che l'utilizzo di microrganismi per il restauro è una valida alternativa ai metodi tradizionali ed in alcuni casi risulta essere anche più efficace (Gioventù e Lorenzi, 2011).



Figura 4: Frammenti di marmo di Candoglia del Duomo di Milano. Crosta nera prima (sinistra) e dopo (destra) 3 applicazioni di 15 ore ciascuna con un ceppo di batteri solforiduttori intrappolati in un sistema veicolante a temperatura ambiente. La superficie trattata è di circa 100 cm² (Cappitelli et al., 2006).



Figura 5: Da sinistra a destra possiamo notare le varie fasi del trattamento della statua dell'artista J. Eberle rappresentante Cronos. a) l'alterazione (crosta nera) si trova sulla parte alta del ventre, sotto il braccio. b) L'alterazione è trattata con il formulato biologico avvolto dalla pellicola trasparente. c) Dopo 4 applicazioni da 9 ore ciascuna, la crosta nera è stata completamente rimossa (Polo et al., 2010).

Recentemente Micro4Art-solfati è stato utilizzato su larga scala per il restauro del monumento funebre della scrittrice Anna Zuccari, in Arte Neera. L'opera si presentava in un discreto stato di conservazione ma con evidenti alterazioni di natura solfatica. Dopo la fase di spolveratura e rimozione dei depositi superficiali, l'opera è stata trattata con un primo impacco di Teew20, applicato con polpa di cellulosa, e successivi impacchi di Micro4Art (Troiano et al., 2013). Di seguito è riportata una fotografia dell'opera prima (sinistra) e dopo (destra) il trattamento.



Figura 6: Monumento funebre della scrittrice Anna Zuccari in arte Neera prima del restauro (a sinistra) e dopo il restauro (a destra) eseguito con un trattamento sequenziale di Tween20 e Micro4Art-solfati.

BIBLIOGRAFIA

- Cappitelli F, Zanardini E, Ranalli G, Mello E, Daffonchio D, Sorlini C (2006) Improved methodology for bioremoval of black crusts on historical stone artworks by use of sulphate-reducing bacteria. *Appl Environ Microbiol* 72, 3733-3737.
- Cappitelli F, Zanardini E, Toniolo L, Abbruscato P, Ranalli G, Sorlini C (2005) Bioconservation of the marble base of the Pietà Rondanini by Michelangelo Buonarroti. *Geophysical Research Abstracts* 7, 66-75.
- Cappitelli F, Toniolo L, Sansonetti A, Gulotta D, Ranalli G, Zanardini E, Sorlini C (2007) Advantages of using microbial technology over traditional chemical technology in removal of black crusts from stone surfaces of historical monuments. *Appl Environ Microbiol* 73, 5671-5675.
- Polo A, Cappitelli F, Brusetti L, Principi P, Villa F, Giacomucci L, Ranalli G, Sorlini C (2010) Feasibility of removing surface deposits on stone using biological and chemical remediation methods. *Microb Ecol* 60, 1-14.
- Troiano F, Gulotta D, Balloi A, Polo A, Toniolo L, Lombardi E, Daffonchio D, Sorlini C, Cappitelli F (2013) Successful combination of chemical and biological treatments for the cleaning of stone artworks. *International Biodeterioration & Biodegradation* 85, 294-304
- Gioventù E, Lorenzi PF (2011). Valutazione dell'efficacia nell'utilizzo di microrganismi per la biorimozione delle croste nere dai materiali lapidei ed approfondimento delle metodologie applicative. *OPD restauro, Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze* 22, 127-138.

La confezione standard di Micro4Art-solfati è adatta per la preparazione di 2 litri di formulato a base di solfato-riduttori, idoneo per un impacco di circa 0,3 / 0,5 m² di superficie.

La confezione (Art. 56523) contiene:

- Istruzioni per l'uso
- Batteri liofilizzati
- 500 ml acqua pre-ridotta
- Barattolo da 2 lt
- Addensante Carboneutral
- Bastoncino per miscelare

Bresciani Srl by  **micro4YOU**

Via Ernesto Breda 142 - 20128 Milano
 tel. 0227002121 - fax 022576184
 email: info@brescianisrl.it - www.brescianisrl.it