

LE ATTIVITÀ DI RESTAURO DEI BENI CULTURALI: PERICOLI E MISURE DI TUTELA DEI LAVORATORI

IL CONTESTO

La conservazione del patrimonio storico-artistico italiano nei suoi molteplici aspetti (archeologico, architettonico, ambientale, etno-antropologico, archivistico, librario ecc.), che costituiscono testimonianza di valore culturale,

non può prescindere dal restauro la cui finalità principale è assicurare la fruizione del bene per il presente e per il futuro.

Nel Codice dei beni culturali e del paesaggio (art. 29 comma 4), il restauro è inteso come *"l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione e trasmissione dei suoi valori culturali"*, evidenziando due aspetti essenziali: il problema della conservazione dell'integrità materiale, e il problema della conservazione e trasmissione dei valori culturali. Le attività di restauro riguardano opere e beni eterogenei, edifici storici e reperti archeologici, pitture e mosaici, opere in metallo e materiali cartacei, tessuti ed elementi di arredo. Gli operatori del settore si trovano, quindi, a intervenire su materiali diversi e inseriti in vari contesti ambientali, esposti a rischi lavorativi difficili da circoscrivere. Nel settore del restauro, poiché alla tutela dell'incolumità dei lavoratori va aggiunta quella del valore storico e artistico del bene sul quale si interviene, è essenziale per gli operatori una formazione specialistica e una organizzazione e conduzione delle diverse fasi del lavoro conciliabili con l'adozione di specifiche misure per la salvaguardia della salute e sicurezza.

Il processo attraverso il quale trova compimento un intervento di restauro è, inoltre, il risultato di una stretta collaborazione tra più figure professionali, e, per assicurare il buon esito degli interventi, è necessario che si definisca bene l'apporto di tutte le competenze. Tale aspetto risulta essenziale soprattutto ai fini della salute e sicurezza sul lavoro degli operatori del comparto, nelle fasi di rassegna delle fonti di pericolo cui gli stessi sono esposti e nella conseguente definizione delle adeguate misure di tutela.

Per quanto attiene ai contesti ambientali, l'attività del restauratore di beni culturali si svolge prevalentemente:

- al chiuso (*indoor*): in una struttura intesa come completa e organizzata (studio, laboratorio, archivio, sale di esposizione, museo o simili), in condizioni microclimatiche, generalmente, stabili nel tempo;
- all'aperto (*outdoor*): all'interno di scavi archeologici, anche in ambienti delimitati, o cantieri, in aree rurali, agricole, naturali o urbane, dove è frequente che venga svolta anche attività in quota, su ponteggi o trabattelli;
- in ambiente misto: chiuso e aperto.

Lo svolgimento di attività all'aperto rende in genere meno controllabili le condizioni di lavoro e più difficile la definizione e l'applicazione delle misure di contenimento delle diverse tipologie di pericolo cui gli operatori possono essere esposti. Nei diversi contesti ambientali qui delineati, tra i pericoli igienistico-occupazionali rilevati in molti ambiti dell'attività di restauro rientra l'esposizione per gli operatori a quelli di natura biologica e chimica.

PERICOLI DI NATURA BIOLOGICA

Tessuti, carta, legno, marmi, pigmenti organici, resine, colle, stucchi, intonaci, solventi, ecc. sono materiali che offrono un'ampia gamma di substrati nutritivi organici e inorganici per la crescita delle popolazioni microbiche naturali, ubiquitarie, rappresentate per lo più da batteri e microfunghi decompositori (saprofiti). Tale crescita è resa visibile solo quando si sviluppa biofilm, scolorimento o indebolimento dell'integrità fisica del materiale.

In campo artistico-monumentale, i danni fisici, meccanici ed estetici causati dall'azione microbica sull'opera (pittura, statua, pergamena, monumento, opera in metallo, ecc.) ne comportano il c.d. *biodeterioramento*. Sul fenomeno e sul microbioma responsabile (c.d. *biodeteriogeno*) influiscono non solo le caratteristiche del manufatto, quali, ad esempio, la sua composizione chimica, ma anche le condizioni climatiche e ambientali in cui esso si trova (temperatura, umidità, grado di ventilazione, presenza di inquinanti) - che possono agire da regolatori del mantenimento della vitalità microbica - l'invecchiamento dell'opera, i materiali organici applicati in precedenti restauri e, qualora il manufatto sia conservato in ambienti *indoor*, anche gli effetti della presenza umana.

Negli *outdoor* i beni culturali sono soggetti a condizioni ambientali difficilmente controllabili rispetto a quelle *indoor* ed ospitano sulle loro superfici biofilm, costituiti da comunità complesse di batteri autotrofi ed eterotrofi e microfunghi (generi *Streptomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Desulfovibrio* ecc.), che scaturiscono dalla produzione microbica di polimeri extracellulari (lipidi, polisaccaridi, proteine, acidi nucleici, pigmenti, enzimi). La presenza di biofilm amplifica il processo di biodeterioramento del manufatto, intrappola le particelle organiche/inorganiche inquinanti aerodiffuse e fornisce una fonte di nutrimento aggiuntiva per le popolazioni microbiche deterio gene, nonché resistenza del materiale a eventuali trattamenti biocidi.

L'azione deterio gena viene esercitata da una successione di colonizzatori microbici, variabile a seconda del materiale di cui l'opera è costituita, raggruppabile, sotto il profilo nutrizionale, in due categorie: microrganismi autotrofi, capaci di nutrirsi a partire da sostanze inorganiche semplici, utilizzando energia solare o ener-

gia chimica (fotoautotrofi, come alghe e cianobatteri e chemiolitotrofi, come batteri nitrificanti e ossidanti lo zolfo) e microrganismi eterotrofi (batteri e microfunghi), che si nutrono dei prodotti organici generati dalla lisi degli autotrofi. Nei manufatti in pietra, i colonizzatori primari sono rappresentati dagli autotrofi, cui segue successivamente l'impianto degli eterotrofi, che utilizzano gli autotrofi come fonte di carbonio. Nei manufatti lignei, in carta o in tessuto, invece, i colonizzatori sono microrganismi eterotrofi, ai cui prodotti enzimatici si deve l'attività degradativa.

Per *Biorestauro* si intende il trattamento di restauro (pulitura, protezione, conservazione, consolidamento) per il recupero di opere d'arte degradate attraverso l'utilizzo dei processi naturali di degradazione della sostanza organica e inorganica operati dai microrganismi e dai loro enzimi. Il biorestauro sfrutta la varietà, la versatilità metabolica e la capacità adattativa dei microrganismi naturali (c.d. *biorestauratori*), per loro natura privi di caratteristiche intrinseche di pericolosità per la salute umana. Infatti, si tratta di organismi viventi che partecipano ai cicli biogeochimici naturali della materia, riciclando continuamente elementi chimici fondamentali per il mantenimento degli ecosistemi e della biosfera. Il trattamento assume denominazione diversa a seconda delle specifiche finalità. Gli agenti microbici impiegati sono isolati da matrici ambientali e selezionati in base alla loro abilità di rimuovere dall'opera depositi o residui di sostanze organiche o inorganiche (pulitura), precipitare carbonato di calcio (consolidamento), patinare il metallo (anticorrosione), svolgere attività ad esempio fungicida (attività biocida) (Figura 1).

Per l'applicazione dei biorestauratori sull'opera si può ricorrere all'utilizzo di tamponi, filtri a membrana, nastri adesivi, impacchi, spray, pennelli, spazzole, ecc.

Rispetto ai metodi fisici e chimici, i trattamenti biologici offrono l'indubbio vantaggio di una bassa invasività sull'opera, un basso costo, un'alta specificità e possibilità di controllo più agevole del processo.

Per la natura delle operazioni svolte, la tipologia di ambiente in cui è ubicata l'opera su cui intervenire e l'ubiquitarità dei microrganismi naturali, siano essi biodegradatori o biorestauratori, il personale che esegue attività di restauro entra in contatto con una ampia varietà di organismi viventi tra i quali, potenzialmente, possono essere presenti anche agenti pericolosi per la salute del lavoratore, ovvero - ai sensi del d.lgs. N. 81/2008 e s.m.i., Titolo X - in grado di causare infezioni, sensibilizzazioni/allergie, effetti tossici. Nella Tabella 1 sono sintetizzate le principali categorie di pericolo biologico, le fonti e le modalità di esposizione per gli addetti al biorestauro, nonché una esemplificazione di interventi utili al controllo della trasmissione degli agenti pericolosi dalla fonte al lavoratore, in ambienti di lavoro sia *indoor* che *outdoor*.

PERICOLI DI NATURA CHIMICA

Nelle operazioni di restauro trovano largo impiego numerose miscele chimiche, tra cui solventi, saponi, vernici, smalti, resine, enzimi, biocidi, consolidanti, adesivi, stucchi e additivi, protettivi e composti sequestranti.

Tali miscele possono contenere sostanze appartenenti a diverse classi chimiche dotate di pericolosità intrinseca con potenziali impatti sulla salute e la sicurezza sul lavoro, quali: composti organici volatili (COV), tra cui gli idrocarburi aromatici (benzene, toluene, xilene); composti organoclorurati (inclusi i policlorobifenili - PCB) e metalli pesanti.

Una rassegna delle principali classi di agenti chimici e delle relative e principali modalità di utilizzo è riportata in Tabella 2.

Solventi o miscele di solventi chimici sono ampiamente utilizzati in molte tipologie di trattamento esplicando, in funzione delle relative caratteristiche chimico-fisiche, un'azione solubilizzante, pulente o di sgrassaggio. Numerose sostanze e miscele di largo impiego nelle opere di restauro possono presentare caratteristiche di pericolosità, che ne impongono un utilizzo in condizioni controllate. Ne sono due esempi:

- l'acetone, un chetone della famiglia dei COV, liquido infiammabile, irritante per gli occhi e tossico;
- il diluente-nitro, miscela di toluene, 2-butossietanolo, 2-propanolo, acetone, acetato di isobutile, appartenenti a classi chimiche con associate diverse caratteristiche di infiammabilità e nocività per inalazione e contatto con la pelle.

Le vernici consistono in miscele liquide di consistenza variabile, composte da solvente, pigmenti, resine e additivi. I pigmenti, che impartiscono una colorazione al supporto nel quale sono incorporate, se di natura inorganica, possono essere costituiti da metalli (cadmio, cromo, mercurio, arsenico e titanio). Distese su di una superficie, per azione dell'ossigeno atmosferico o per evaporazione del solvente, le vernici lasciano aderente alla superficie una pellicola sottile con caratteristiche decorative o protettive.

Biocidi ed erbicidi sono impiegati per il controllo o l'eliminazione dei fenomeni di biodeterioramento dei beni culturali: si impiegano con trattamenti eseguiti a spruzzo, a pennello, ad impacco, ad iniezione o mediante fumigazione. I biocidi possono anche essere aggiunti alle vernici o alle resine o veicolati nei materiali da trattare mediante l'utilizzo di solventi.

A quanto riportato in Tabella 2 si aggiunga che operazioni di restauro di manufatti o opere murarie possono generare fumi e polveri nei casi in cui si eserciti un'azione meccanica sugli stessi. Il particolato aerodisperso può avere diversa natura (polveri inerti o fastidiose, polveri di cemento, polveri di legno ecc.) mentre la relativa penetrazione e deposizione nei vari distretti del sistema respiratorio sono connesse alle dimensioni granulometriche. Sull'organismo esplicano un'azione meccanica (fisica), chimica e allergizzante o spesso un'azione mista, combinazione delle precedenti.

Le vie di esposizione per gli operatori agli agenti chimici sin qui menzionati sono, prevalentemente, la inalatoria e la dermica.

Nell'identificazione dei fattori di pericolo di natura chimica nelle operazioni di restauro, occorre differenziare le diverse tipologie di intervento negli ambienti *indoor* e *outdoor*. Ai fini della successiva valutazione del rischio è

poi fondamentale considerare che il consumo di agenti chimici e il livello di esposizione ad essi associato dipende fortemente dall'oggetto in fase di restauro, dalla misura in cui esso si è deteriorato e dalle modalità di intervento. Inoltre, è frequente che l'opera d'arte non possa essere trasferita in un laboratorio attrezzato e sia necessario lavorare *in loco*, senza che vi sia la possibilità dell'uso di un adeguato sistema di ventilazione di cui si può invece disporre in un ambiente *indoor*.

Nella fase di rassegna dei pericoli di natura chimica connessi all'impiego dei sopramenzionati prodotti, è necessario che le sostanze chimiche, impiegate in purezza o presenti in miscela, siano correttamente identificate e associate ad una eventuale classificazione di pericolosità secondo il Regolamento CE 1272/2008 (Regolamento CLP) distinguendo, ai fini della successiva valutazione del rischio, i pericoli per la salute da quelli per la sicurezza.

Le principali misure di contenimento dell'esposizione a sostanze pericolose sono sinteticamente illustrate in Tabella 3. Tra le misure tecniche vi è l'adozione di materiali e soluzioni innovative ecocompatibili, che risponde all'applicazione del principio di *sostituzione* di sostanze chimiche pericolose con sostanze non pericolose o meno pericolose, indicato quale misura generale di tutela di cui agli artt. 15, co.1, lett. f e 225 del d.lgs. N. 81/2008 e s.m.i. e, nel caso di utilizzazione di un agente cancerogeno, mutageno o di una sostanza tossica per la riproduzione, quale obbligo del datore di lavoro ai sensi dell'art. 235 dello stesso Decreto. La sostituzione è in tal senso una innovazione di prodotto e comporta la proposta di nuovi solventi, tensioattivi, polimeri riparatori e prodotti di vario genere, tutti più duraturi, più economici e, soprattutto, più sicuri e sostenibili (meno volatili, aggressivi e bioaccumulabili) di quelli oggi in uso.

Nel panorama delle alternative sono comprese:

- vernici a basso contenuto di solventi organici, che garantiscono una maggiore sicurezza per la minore tossicità ed infiammabilità;
- vernici ad acqua e al lattice, che contengono tra il 5 e il 15% di COV.

Tutte queste vernici hanno il pregio di essere generalmente più sicure da maneggiare e lavabili con acqua, permettendo di ridurre notevolmente i rischi di intossicazione e minimizzare la pericolosità dell'eventuale rifiuto. Sono disponibili, inoltre, vernici naturali che non contengono derivati petrolchimici, ma possono contenere COV naturali (quali l'L-Limonene, la trementina e la resina del pino), a tossicità tollerabile.

In risposta ai gravi problemi connessi all'uso di certi solventi organici, è in aumento l'interesse per l'uso di sistemi a base acquosa, esenti dai problemi di tossicità associati a certi solventi organici, e contenenti principi attivi specifici in grado di agire con maggiore selettività, perciò più rispettosi dell'integrità dell'opera.

Nel campo dei fissativi, una valida soluzione è costituita dai consolidanti inorganici, meno inquinanti per l'ambiente e più durevoli nel tempo rispetto alle resine, come la calce e il bicarbonato di calcio, l'idrossido di bario e i consolidanti a base di silicio organico ed inorga-

nico, che sostituiscono i prodotti chimici a forte impatto ambientale con prodotti ricavati da materie prime rinnovabili, atossici e a biodegradabilità molto elevata.

CONCLUSIONI

Tra le misure di contenimento e controllo delle fonti di pericolo connesse alle attività di restauro è di crescente interesse, oltre all'innovazione di prodotto, citata nell'esempio dei fissativi, la via dell'innovazione di processo, come avviene nei casi sopra descritti del biorestauro, un campo ampio che include la sostituzione di prodotti di sintesi nocivi o tossici con microorganismi antagonisti e della bioricostruzione, di origine naturale e innocui per la salute umana. In questo caso, il consolidamento di materiale degradato è affidato a specie biologiche capaci di sintesi *in situ*, come avviene nell'uso di enzimi per l'asportazione selettiva e controllata di materiale estraneo o alterato.

Un altro esempio di innovazione di processo riguarda il restauro *green* di materiali cartacei, nell'ambito della preservazione del patrimonio librario nei beni culturali. Nei processi tradizionali di restauro della matrice cellulosica di cui è costituita la carta, il consolidamento avviene mediante metil-cellulosa, una macromolecola la cui produzione industriale prevede l'uso del cloruro di metile, sostanza cancerogena. La ricerca della sostituzione della metil-cellulosa con una molecola più sostenibile, ma allo stesso tempo in grado di garantire le stesse prestazioni, ha aperto la strada alla sperimentazione di polisaccaridi estratti da matrici vegetali, in particolare da alghe, che rappresentano una possibile soluzione fondata sull'utilizzo di fonti rinnovabili.

Anche misure di tipo organizzativo si rivelano di fondamentale importanza per il controllo degli effetti che le fonti di pericolo hanno sugli operatori del settore. Tra queste risultano essenziali l'informazione e la formazione. Da qui la necessità di promuovere percorsi formativi *ad hoc* sin dalla fase di definizione dei profili professionali degli operatori, che eseguono interventi conservativi su beni di interesse artistico-culturale.

Figura 1 Esemplificazione di generi e specie microbiche biorestoratori e, tra parentesi, trattamento di biorestauro ad essi associato

Pseudomonas stutzeri, *Desulfovibrio desulfuricans/vulgaris* (biopulitura)
Bacillus spp., *Myxococcus xanthus*, *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., *Pantoea* spp. (bioconsolidamento)
Beauveria bassiana (patinazione protettiva dei metalli)
Saccharomyces cerevisiae (biopulitura a secco)
Cianobatteri e Funghi (conservazione/protezione di opere in pietra)
Bacillus spp. (attività biocida per il mantenimento delle opere)

Tabella 1 Attività di biorestauro in ambienti outdoor e indoor: potenziali pericoli, modalità di esposizione e relative principali misure di contenimento		
Rassegna dei principali pericoli di natura biologica	Fonti e modalità di esposizione	Contenimento dell'esposizione
<p>Microrganismi naturali (batteri e microfunghi deterio­geni e restauratori) in concentrazioni elevate, loro derivati (enzimi, tossine)</p>	<p>Fonti indoor</p> <p>Opera da restaurare</p> <p>Attrezzature, strumenti e indumenti di lavoro</p> <p>Impianti di climatizzazione</p> <p>Locali di lavoro</p> <p>Particolato aerodisperso</p> <p>Esposizione</p> <p>Da contatto, inalatoria (bioaerosol), percutanea (penetrazione microbica in siti normalmente sterili, attraverso la cute, a seguito di lesioni e ferite da taglio o da punta)</p>	<p>Confinamento delle attività a rischio di dispersione di particolato</p> <p>Dispositivi di protezione collettiva (aspirazione localizzata di polveri, ventilazione generale)</p> <p>Utilizzo di indumenti di lavoro</p> <p>Protezione di mani, occhi e vie aeree</p> <p>Adozione di procedure di sicurezza (ad es., buone prassi per le attività di laboratorio)</p> <p>Misure generali per la prevenzione del rischio biologico negli ambienti <i>indoor</i> (controllo condizioni microclimatiche, evitare affollamento, regolare manutenzione di locali e impianti, frequente lavaggio delle mani, igiene delle superfici e delle aree di lavoro, formazione)</p>
<p>Microrganismi naturali (batteri e microfunghi deterio­geni e restauratori) in concentrazioni elevate, loro derivati (enzimi, tossine)</p> <p>Allergeni di origine vegetale o animale (pollini, allergeni da roditori o altri mammiferi selvatici)</p> <p>Agenti biologici veicolati da suolo, acqua, polvere contaminati da deiezioni di animali infetti</p> <p>Muffe allergeniche o tossigeniche</p>	<p>Fonti outdoor</p> <p>Attrezzature, strumenti e indumenti di lavoro</p> <p>Opera da restaurare</p> <p>Esposizione</p> <p>Da contatto, inalatoria (bioaerosol), percutanea (penetrazione microbica in siti normalmente sterili, attraverso la cute, a seguito di lesioni e ferite da taglio o da punta, morso di animale)</p>	<p>Confinamento delle attività a rischio di dispersione di particolato</p> <p>Utilizzo di indumenti di lavoro</p> <p>Igiene e protezione di mani, occhi e vie aeree</p> <p>Igiene delle superfici e delle aree di lavoro</p> <p>Adozione di procedure di sicurezza, ad es. nell'impiego delle attrezzature di lavoro, nella gestione degli indumenti di lavoro.</p> <p>Formazione</p> <p>Sorveglianza sanitaria (individuazione dei lavoratori allergici)</p>
<p>Imenotteri (api e vespe)</p> <p>Artropodi vettori di agenti infettivi (zecche, zanzare, flebotomi, mosche...) e parassiti di animali selvatici (volatili e mammiferi)</p> <p>Rettili</p>	<p>Fonti outdoor</p> <p>Aree rurali, agricole, naturali o urbane</p> <p>Esposizione</p> <p>Da contatto e percutanea (morso o puntura di animale)</p>	<p>Evitare attività all'aperto in solitario</p> <p>Uso di prodotti repellenti e ispezione delle parti corpo scoperte e degli indumenti</p> <p>Procedure e farmaci per autoterapia di pronto intervento in caso di puntura e per la prevenzione di reazioni allergiche e shock anafilattico</p> <p>Formazione, addestramento al pronto intervento</p> <p>Utilizzo di indumenti di lavoro</p> <p>Igiene e protezione di mani, occhi e vie aeree</p> <p>Sorveglianza sanitaria (individuazione dei lavoratori allergici)</p>

Tabella 2 Principali agenti chimici e relative modalità di utilizzo nelle attività di restauro		
Sostanze/miscele chimiche	Fonti di pericolo	Impieghi
Solventi/miscele di solventi	<ul style="list-style-type: none"> ■ COV da composti organoclorurati (cloruro di metilene, triclorometano e tricloro etilene) ■ COV da composti aromatici (benzene e toluene) 	Trattamenti: <ul style="list-style-type: none"> - di pulitura - consolidanti - protettivi
Vernici	<ul style="list-style-type: none"> ■ COV (formaldeide, benzene, toluene, ecc.) ■ pigmenti (arancio di cadmio, arancio di cromo, arancio di molibdeno ecc.) 	Protezione dei dipinti contro polvere grassa, fumo, scalfitture e aggressioni atmosferiche
Resine	Acriliche Epossidiche Fluorurate Siliconiche	Consolidamento di materiali lapidei e manufatti storici
Biocidi, erbicidi	Paraclorometacresolo 3-metil-4-clorofenolo 3-fenossibenil- (1RS) -cis,trans-3-(2,2-diclorovinile)-2,2-dimetilciclopropanocarbossilato (permetrina) N-(fosfonometil)glicina (glifosato) 2-idrossimetilamino etanolo 2-idrossibifenilsodio sale tetraidrato fenolo 2-isopropil-5-metilfenolo (timolo) Cloruro di benzalconio	Rimozione di batteri, funghi, muschi, licheni, piante, parassiti ecc., che accelerano o innescano processi di deterioramento

Tabella 3 Principali misure di contenimento dell'esposizione a sostanze pericolose			
Misure tecniche	Misure organizzative	Misure procedurali	Misure comportamentali/ di protezione
Acquisto di strumentazione, apparecchiature, arredi e dispositivi a norma di sicurezza	Progettazione integrata di ambienti e impianti	Adozione di manuali, istruzioni operative e procedure per: <ul style="list-style-type: none"> ■ stoccaggio sicuro di sostanze e miscele chimiche ■ gestione di eventuali sversamenti accidentali ■ raccolta differenziata di rifiuti tossici e corretto smaltimento relativo 	Rispetto delle norme di igiene
Adozione di materiali innovativi ecocompatibili	Riorganizzazione del lavoro (compartimentazione o differimento di operazioni) per limitare livello e durata dell'esposizione	Elaborazione di piani di emergenza, evacuazione e pronto soccorso	Protezione collettiva: <ul style="list-style-type: none"> ■ ventilazione generale ■ aspirazione localizzata alla sorgente di emissione
Adozione di procedure di lavoro alternative a quelle in atto	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informazione, formazione e addestramento degli operatori ■ Adozione di corretta etichettatura di recipienti contenenti sostanze e miscele chimiche ■ Acquisizione di scheda dati di sicurezza (SDS) aggiornate dai fornitori di sostanze e miscele ■ Adozione di corretta segnaletica di sicurezza negli ambienti di lavoro 		Protezione individuale: adozione di dispositivi a protezione di <ul style="list-style-type: none"> ■ corpo ■ occhi e viso ■ mani ■ vie respiratorie

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- L. Casorri, B. Ficociello, F. Ietto, F. Incoronato, E. Masciarelli. *Biocidi naturali: possibile alternativa per la sicurezza nel settore del restauro e conservazione dei beni culturali* - ISBN 978-88-7484-763-1 © 2022 INAIL.
- Paul A Schulte, Lauralynn T McKernan, Donna S Heidel, Andrea H Okun, Gary Scott Dotson, Thomas J Lentz, Charles L Geraci, Pamela E Heckel and Christine M Branche. *Occupational safety and health, green chemistry, and sustainability: a review of areas of convergence*. Environmental Health 2013, 12:31
- Adam Pyzik, Karol Ciuchcinski, Mikolaj Dziurzynski and Lukasz Dziewit. *The bad and the good. Microorganisms in cultural heritage environments. An update on biodeterioration and biotreatment approaches*. Materiales 2021, 14, 177
- Irene Soffritti, Maria D'Accolti, Luca Lanzoni, Antonella Volta, Matteo Bisi, Sante Mazzacane and Elisabetta Caselli. *The Potential Use of Microorganisms as Restorative Agents: An Update*. Sustainability 2019, 11, 3853.