

Le radiazioni ionizzanti in ‘soccorso’ dei beni culturali

Tra i fattori che causano danni spesso irreversibili ai beni culturali vi sono gli organismi biodeteriogeni quali insetti, muffe e funghi. Un metodo molto efficace, non distruttivo e non invasivo per rimuoverli, è l'impiego delle radiazioni ionizzanti presso la facility di irraggiamento Calliope e l'impianto REX dell'ENEA. In molti Paesi la crescente collaborazione tra facility di irraggiamento, laboratori di ricerca ed istituzioni culturali, archivi, musei e biblioteche ha aperto nuove prospettive per l'utilizzo di queste tecnologie anche se esiste tuttora una forte resistenza al loro utilizzo da parte di molti operatori del settore.

DOI 10.12910/EAI2022-032

di Alessia Cemmi, Ilaria Di Sarcina, Beatrice D'Orsi, Carino Ferrante, Maria Oliviero, Jessica Scifo, Adriano Verna, *Laboratorio Sistemi Nucleari Innovativi - ENEA* e Monia Vadrucci, *Laboratorio sviluppo di Acceleratori di Particelle per Applicazioni Medicali - ENEA*

Quando si trattano argomenti e problematiche legate al trattamento di manufatti di interesse nel campo dei beni culturali, si assiste da anni ad una forte contrapposizione tra le spinte più innovative e l'aspetto più conservatore, ancora saldamente legato alle metodologie ed alle tecniche di restauro tradizionali impiegate da decenni. Molto frequentemente però queste ultime non si dimostrano efficaci nell'eliminazione del fattore responsabile del processo di degrado che il manufatto subisce. Nel caso della presenza di microrganismi o insetti, il biodegrado può facilmente e rapidamente portare al completo deterioramento dei materiali costitutivi dell'oggetto di interesse, con conseguente perdita irreversibile dello stesso. **Un metodo estremamente adatto ed efficace per la rimozione degli organismi biodeteriogeni, in quanto non distruttivo e non invasivo, vede l'impiego delle radiazioni ionizzanti presso le facility di irraggiamento Calliope e REX dei Laboratori ENEA.**

Metodi tradizionali ed innovativi per il recupero e la conservazione dei beni culturali

La salvaguardia dei beni culturali è un aspetto centrale per la valorizzazione dell'identità storica, artistica e nazionale dei singoli Paesi e per lo studio delle influenze e scambi avvenuti tra le diverse civiltà nel corso della storia. Purtroppo però i segni del tempo, gli eventi naturali (terremoti, alluvioni) e quelli di origine antropica (conflitti, inquinamento) possono rappresentare una seria minaccia per la conservazione del patrimonio artistico-culturale, portando come ultima conseguenza alla perdita irrecuperabile di manufatti di diversa tipologia, monumenti ed opere d'arte di inestimabile valore.

Tra i fattori di degrado più comuni, oltre alle non corrette condizioni di conservazione (presenza di umidità, temperature ed illuminazione non idonee), possono essere considerati gli organismi biodeteriogeni quali

insetti, muffe e funghi, che causano danni spesso irreversibili ai beni di interesse. In particolare, alcuni microrganismi, specialmente in specifici stadi del loro sviluppo (ad esempio le spore fungine), presentano caratteristiche di tossicità per l'uomo e rendono estremamente limitata se non del tutto interdotta la fruibilità del bene contaminato. Non va inoltre sottovalutato il fatto che lo sviluppo dei biodeteriogeni spesso avviene in tempi molto brevi, producendo ingenti danni estesi ad intere collezioni o biblioteche. Grandi sforzi sono quindi condotti dai restauratori, curatori ed operatori nel campo dei beni culturali per rallentare o eliminare le cause di deterioramento.

I metodi di trattamento più tradizionali non si dimostrano però sempre efficaci e non sono sempre sostenibili, in quanto prevedono solitamente tempistiche di intervento piuttosto lunghe e l'impiego di sostanze chimiche poco green e dannose per la salute. Per questi motivi, gli operato-



Progetto Pergamo: l'attività sperimentale prevede trattamenti di recupero dal biodegrado - Fonte: ENEA

ri si stanno sempre più rivolgendo al mondo della ricerca per lo sviluppo di tecniche innovative, quanto più non distruttive e non invasive possibile, per il restauro e la conservazione del patrimonio culturale.

Forse insospettabilmente per molti, i trattamenti che prevedono l'utilizzo di radiazioni ionizzanti (fotoni, elettroni e raggi X), tipicamente utilizzate in altri settori, possono essere molto efficaci per la rimozione dei biodeteriogeni e quindi per la disinfezione e disinfestazione di beni di interesse storico e culturale delle più diverse tipologie (documenti, libri, manoscritti, pergamene, cuoio, tessuti, opere lignee e pittoriche, manufatti etnografici, ecc.).

Negli ultimi anni, in numerosi Paesi la crescente collaborazione in questo ambito tra facility di irraggiamento, laboratori di ricerca ed istituzioni culturali, archivi, musei e biblioteche ha aperto nuove prospettive per l'utilizzo di queste tecnologie come valide alternative a quelle tradizionali.

Le tecniche di irraggiamento vengo-

no largamente utilizzate già in molti Paesi, primi fra tutti la Francia [1] e il Brasile [2], dove interi impianti di trattamento con radiazioni ionizzanti sono destinati quasi esclusivamente ad attività di recupero di beni culturali. La diffusione di questi processi è legata al fatto che l'utilizzo delle radiazioni ionizzanti presenta numerosi ed indiscutibili vantaggi rispetto alle procedure di conservazione tradizionali, quali ad esempio la capacità di eliminare indiscriminatamente e simultaneamente qualsiasi specie di organismo biodeteriogeno (a causa dei danni indotti dalle radiazioni a livello del DNA) e l'assenza di rilascio di residui tossici o radioattivi nel manufatto irraggiato a seguito del trattamento. Inoltre, se consideriamo le radiazioni gamma ed i raggi X, grazie al loro alto potere di penetrazione nei diversi materiali, essi rappresentano senza dubbio il metodo più affidabile ed efficace in caso di manufatti complessi (per composizione o forma), difficilmente trattabili con tecniche convenzionali e forse l'unica pos-

sibilità in caso di calamità naturali (inondazioni e terremoti), quando si presenta la necessità di intervenire su ingenti quantità di materiale nel più breve tempo possibile. I processi con elettroni sono invece particolarmente indicati per trattamenti rapidi di cura dei beni affetti da biodegrado negli strati superficiali.

Esiste tuttavia ancora una forte resistenza in diversi Paesi, tra cui l'Italia, all'introduzione di tali tecniche da parte di numerosi operatori del settore. La ragione di questa diffidenza è spesso dovuta all'errata conoscenza di ciò che succede effettivamente al materiale trattato ovvero delle modifiche chimico-fisiche o side-effects (cambiamenti di colore, infragilimento) indotte dalle radiazioni ionizzanti sui manufatti. È necessario ricordare però che qualsiasi trattamento (anche quelli tradizionali) induce modifiche di varia natura negli oggetti trattati, rendendo necessaria anche in questo caso una seria valutazione della reale esigenza di eseguire un trattamento o meno.

Nonostante le tecnologie di irraggiamento siano già impiegate, per assicurare siano già impiegate, per assicurare la minimizzazione delle modifiche radio indotte nei manufatti è essenziale individuare correttamente le **condizioni di irraggiamento ottimali** (in termini di dose assorbita, intensità di dose, atmosfera, temperatura) che variano a seconda del materiale di interesse.

Non ultimo, è **necessaria la definizione di vere e proprie linee guida e protocolli condivisi a livello internazionale tra gli operatori del settore.** Proprio questi aspetti sono stati, negli ultimi anni, al centro delle attività di ricerca condotte presso i Laboratori delle facility di irraggiamento Calliope (radiazioni gamma) e REX (elettroni e raggi X) dell'ENEA [5-9]. I ricercatori della facility Calliope da anni collaborano, in qualità di esperti riconosciuti a livello internazionale, con numerosi istituti di ricerca di vari Paesi nell'ambito di progetti che riguardano il trattamento con radiazioni ionizzanti

di Beni Culturali indetti dalla IAEA (International Atomic Energy Agency), agenzia dell'ONU che si occupa dell'uso pacifico delle radiazioni in numerosi settori. L'impianto REX e la sua configurazione dedicata alle attività di rimozione del biodegrado dei beni artistici, sono stati invece messi a punto con i progetti di ricerca «dimostratori» delle tecnologie nucleari applicate alla scienza e conservazione dei beni culturali promosse e finanziate nell'ambito delle attività del Distretto Tecnologico per i Beni e le Attività Culturali (DTC) della Regione Lazio.

Il progetto PERGAMO

La lotta al biodegrado del patrimonio artistico e culturale è al centro delle attività previste dal progetto PERGAMO (recupero dal biodegrado con metodologie fisiche e caratterizzazione del patrimonio storico e archivistico), coordinato da ENEA e che vede coinvolte le facility di irraggiamento Calliope del Centro ENEA Casaccia e REX del Centro ENEA Frascati. Il progetto, della durata di 18 mesi e che ha preso il via all'inizio del 2022, ha ricevuto un finanziamento dal DTC della Regione Lazio. Le tecniche di trattamento e di caratterizzazione proposte per analisi

in situ ed ex situ, hanno rappresentato la carta vincente per il team di ricercatori ENEA che, insieme agli altri partner del progetto (Università di Roma La Sapienza, Università di Cassino e del Lazio Meridionale e ASSING S.p.A.) e con il supporto di 10 stakeholder (Istituti Centrali, Poli Museali, Parchi Archeologici, Istituzioni di Ricerca nazionali ed internazionali, ed un'Associazione di categoria), applicheranno, per la prima volta in Italia, tali tecnologie al patrimonio artistico-culturale.

Il Progetto PERGAMO nasce quindi per rispondere a specifiche priorità ed esigenze degli stakeholder e degli operatori impegnati nell'ambito degli interventi di conservazione e restauro dei beni culturali e ha come scopo, tra l'altro, la messa a punto e la definizione di linee guida e protocolli innovativi da mettere a disposizione di istituti pubblici e utenti privati per il trattamento, la cura ed il recupero dei manufatti di interesse storico e artistico.

Le valutazioni di tipo bio-chimico, fisico e morfologico necessarie per lo studio dello stato dell'arte del bene, dell'ottimizzazione delle condizioni di irraggiamento, dell'efficacia degli interventi e della stabilità dei materiali stessi nel tempo verranno effettuate

mediante tecniche avanzate di misura e di analisi che saranno confrontate e combinate fra loro. Questo permetterà di proporre tecniche diagnostiche, strumentazione e processi di trattamento di facile fruizione da parte degli organi di cultura, degli operatori e delle imprese del Lazio. A tale scopo, una delle finalità del progetto PERGAMO è proprio quella di condurre attività di diffusione, promozione e divulgazione dei risultati ottenuti oltre alla formazione di giovani ed esperti nell'ambito della diagnostica, della conservazione e del trattamento per il recupero dei Beni Culturali. L'attività sperimentale di PERGAMO prevede trattamenti di recupero dal biodegrado e caratterizzazioni bio-chimico-fisiche pre- e post-irraggiamento su tipologie differenti di materiali e manufatti quali, ad esempio, materiale archivistico-librario (composto principalmente da materiali a base di cellulosa o pergamena), manufatti lignei, lapidei o compositi (carta, legno, cuoio, colle, pigmenti, metalli, pietre dure, matrici vetrose, madreperla) provenienti da diversi luoghi e forniti dai numerosi stakeholder coinvolti.

Per info: alessia.cemmi@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. <https://www.youtube.com/user/ARCNUcleart>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=wvid7KvPPjE>
3. Nuclear Techniques for Cultural Heritage Research, IAEA Radiation Technology Series 2 (2011).
4. Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation, IAEA Radiation Technology Series 9 (2017).
5. S. Baccaro, A. Cemmi, Nukleonika 62 (2017) pp.261-267, DOI: 10.1515/nuka-2017-0038.
6. M. Vadrucci, et al., Frontiers in Materials 7 (2020), 21.
7. A. Cemmi, I. Di Sarcina, G. Ferrara, ENEA Technical Report RT/2020/1/ENEA.
8. M. Vadrucci, et al., Applied Surface Science 513 (2020), 145881.
9. M. Vadrucci, et al., The European Physical Journal Plus 136 (2021), 873.