

Il patrimonio culturale: riflessioni e prospettive



Il cinquantenario della Convenzione UNESCO a tutela del patrimonio culturale (1972-2022): percorsi multidisciplinari

A cura di Federica Botti, Maria Cristina Carile,
Mario Neve, Rocco Mazzeo



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Direzione della collana

Roberto Balzani, Giuliana Benvenuti, Francesco Citti, Carla Salvaterra
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

A cura di Federica Botti, Maria Cristina Carile,
Mario Neve, Rocco Mazzeo

Il cinquantenario della
Convenzione UNESCO a tutela del
patrimonio culturale (1972-2022):
percorsi multidisciplinari



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

2024

Il cinquantenario della Convenzione UNESCO a tutela del patrimonio culturale (1972-2022): percorsi multidisciplinari – Bologna : Alma Mater Studiorum Università di Bologna, 2024.

ISBN 9788854971646 (PDF)

DOI: https://doi.org/10.60923/pcrp_2024-5

Questo libro è stato sottoposto a un processo di peer-review sotto la responsabilità della direzione della collana.

Tutti i diritti d'autore e di pubblicazione dell'opera appartengono agli autori senza restrizioni. Eccetto ove diversamente indicato l'opera è pubblicata con licenza Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Questa licenza consente a chiunque di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare e modificare, trasformare il materiale e basarsi su di esso con qualsiasi mezzo e formato per qualsiasi fine, anche commerciale, a patto che venga adeguatamente attribuita agli autori, che ciascuna modifica all'opera sia indicata e che sia fornito un link alla licenza.

Università di Bologna
Via Zamboni 33, 40126 - Bologna, Italy

Immagine di copertina: © Università di Bologna/ Antonio Cesari Palazzo Poggi - Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna - Pellegrino Tibaldi - Saletta di Ulisse - (particolare)

INDICE

| | |
|--|--------|
| <i>Introduzione</i> di Federica Botti, Maria Cristina Carile, Mario Neve e Rocco Mazzeo | p. 7 |
| STEFANO ALLEGREZZA | |
| <i>L'intelligenza artificiale applicata alla digitalizzazione del patrimonio culturale</i> | p. 9 |
| NICOLA BADOLATO, FEDERICO LANZELLOTTI | |
| <i>Patrimonio musicale e digitalizzazione: un complesso dialogo tra musicologia e Digital Humanities</i> | p. 17 |
| ANDREA BOERI, DANILA LONGO, SERENA ORLANDI, MARCO PRETELLI, ROSSELLA ROVERSI, BEATRICE TURILLAZZI | |
| <i>Verso un Centro di Competenza Europeo per la Conservazione del Patrimonio Culturale: il Progetto 4CH</i> | p. 27 |
| FEDERICA COLLINA, SIMONE ZAMBRUNO, HUBERT GAMBA, ALESSANDRO IANNUCCI | |
| <i>Strumenti di digitalizzazione al servizio della valorizzazione: il progetto per il Museo Nazionale di Ravenna</i> | p. 40 |
| SILVIA GARZARELLA | |
| <i>Il patrimonio culturale della danza fra materialità e immaterialità</i> | p. 49 |
| CLELIA MARRONE, MATTIA BASSI, ELISA FRANZONI | |
| <i>Nuovi materiali sensorizzati per il monitoraggio dell'umidità nelle murature antiche</i> | p. 59 |
| CECILIA NORFINI | |
| <i>L'argento c'è ma non si vede. Problematiche e metodologie per il restauro di manufatti archeologici fragili</i> | p. 71 |
| CESARE PIZZIGATTI, ELISA FRANZONI | |
| <i>Conservazione e restauro di materiali a base cementizia nel patrimonio architettonico del XX secolo</i> | p. 85 |
| JESSICA SANGALLI | |
| <i>Per un archivio virtuale di codici miniati. Digitalizzazione per la consultazione</i> | p. 97 |
| ANTONIO SPAGNUOLO | |
| <i>Un patrimonio di pietra. I cimiteri ebraici tra certificazioni UNESCO e nuove prospettive di valorizzazione</i> | p. 103 |
| LILLI TANZI, MICHELE DI FOGGIA, GRAZIELLA ACCORSI | |
| <i>La riduzione elettrochimica nel restauro della foglia d'argento</i> | p. 112 |

ALBERTO TOMER

Beni culturali ecclesiali: lo sguardo del diritto canonico tra specificità, prevenzione e valorizzazionep. 123

DONATELLA TRONCA

Lo studio dei manoscritti giuridici come esempio di valorizzazione del patrimonio culturale materiale e immaterialep. 138

Profilo bio-bibliografico degli Autori.....p. 144

Introduzione

Il 50° anniversario della Convenzione Unesco sulla Protezione del Patrimonio Mondiale culturale e naturale del 1972 ha costituito un importante momento di riflessione che, in collaborazione con le principali istituzioni del territorio, ha coinvolto tutta la comunità scientifica dell'Alma Mater Studiorum, organizzata nelle sue più svariate sfaccettature di struttura Multicampus.

I Campus (Ravenna, Cesena, Forlì e Rimini) sono stati dunque chiamati a svolgere un contributo importante di analisi, approfondimento, sviluppo delle tematiche più salienti riguardanti il variegato mondo dei patrimoni dell'Umanità. Ogni sede dell'Alma Mater, infatti, in sintonia con la sua specifica vocazione, ha ospitato più eventi celebrativi e il Campus di Ravenna, in particolare, non poteva che essere tra i palcoscenici di questa ricorrenza dal momento che la città di Ravenna è crocevia della storia, con il suo patrimonio inestimabile e con i suoi mosaici e proprio per questa sua peculiarità ha visto lo sviluppo sul suo territorio di corsi di studio volti alla conoscenza, allo studio e alla salvaguardia di quel patrimonio culturale secondo un approccio interdisciplinare suggellato dalla presenza del Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali e delle varie sedi distaccate dei Dipartimenti di Storia Cultura e Civiltà, di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, di Scienze Giuridiche, di Chimica Industriale "Toso Montanari", di Chimica "G. Ciamician", di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali.

Sulla scia di questa sua vocazione, al Campus ravennate è stato affidato dalla sede centrale il tema del "Restauro, conservazione, valorizzazione digitalizzazione e scienza del patrimonio" al quale è stato dedicato un apposito evento inaugurale e a cui sono seguite, dato anche l'alto numero di adesioni proveniente dalla comunità scientifica dell'Unibo, quattro distinte giornate di specifico approfondimento.

I quattro eventi sono stati ospitati nella sede del MAR - Museo d'Arte della città di Ravenna, segno evidente questo di un coinvolgimento diretto delle istituzioni locali e della volontà di aprire un dialogo trasversale sulla cultura che tenga conto delle diverse realtà che animano il territorio del Campus, in un'ottica di pieno coinvolgimento non solo degli studiosi o degli "addetti ai lavori" ma dei cittadini tutti, invitati ad essere parte attiva del processo culturale. D'altra parte, i cinquant'anni dalla Convenzione sul patrimonio, ci insegnano proprio questo: incoraggiare la partecipazione della popolazione locale nella conservazione del patrimonio naturale e culturale, attraverso attività di sensibilizzazione pubblica per la conservazione del patrimonio stesso.

Ogni evento, organizzato con cadenza settimanale tra novembre e dicembre 2022, è stato dedicato ad uno specifico percorso, un itinerario, che tenesse conto delle differenti sfaccettature del patrimonio culturale e articolato secondo le seguenti categorie: digitale, materiale e immateriale, conservazione e restauro, valorizzazione. Tale divisione per macro-argomenti, tuttavia, è solo teorica dal momento che si è resa necessaria a livello organizzativo per consentire la più ampia partecipazione dei numerosi relatori che hanno preso parte a questa iniziativa, ma di fatto, non si può non tenere presente che tutela, valorizzazione e fruizione rimangono le tre direttrici principali sul cui assetto opera tutta la materia dei beni culturali, soprattutto tenendo

conto della funzione identitaria che questi ultimi svolgono per il territorio e per le popolazioni, come i beni culturali di interesse religioso dimostrano. Si pensi al patrimonio culturale rappresentato dalle tante chiese cattoliche site sul territorio italiano e alla duplice funzione, religiosa e culturale, che esse svolgono (Tomer) o allo studio analitico delle collezioni canoniche tardoantiche e altomedievali, portate come esempio di valorizzazione del patrimonio culturale materiale (la produzione dei manoscritti) e immateriale (la conoscenza del diritto) (Tronca). O, ancora, si pensi ai cimiteri ebraici inseriti nelle liste dei beni culturali dichiarati patrimonio dell'umanità dall'UNESCO, veri e propri "archivi di pietra", inseriti oggi in un contesto digitale che valorizza le peculiarità e la ricchezza del patrimonio epigrafico ebraico (Spagnuolo).

D'altra parte, non può non tenersi conto che oggi il patrimonio culturale è sottoposto ad un processo di rapida evoluzione grazie proprio alle tecnologie digitali, sempre più impiegate per la sua preservazione, fruizione e valorizzazione. Non solo attraverso l'impiego ad alto raggio dell'intelligenza artificiale (Allegrezza), ma anche attraverso specifici progetti di digitalizzazione e di collaborazione tra ricercatori e istituzioni culturali che interessano in particolar modo il patrimonio bibliografico musicale (Badolato-Lanzellotti) e le collezioni museali (Collina-Zambruno-Gamba-Iannucci), o, ancora, i codici manoscritti prodotti in Italia (Sangalli). Lo sviluppo delle scienze tecnologiche trova poi riscontro nell'ampio impiego che di esse si fa nella conservazione e nel restauro del patrimonio, problematiche come l'umidità di risalita nelle murature storiche (Marrone-Bassi-Franzoni), dell'impiego della pulitura selettiva di manufatti archeologici (Norfini), o, ancora, della conservazione dei materiali a base cementizia, come lo studio di trattamenti fotocatalitici autopulenti a base di nanopolvere di biossido di titanio o dell'intonaco Terranova (Pizzigatti-Franzoni), mettono sì in evidenza la fragilità e le criticità che per lo più caratterizzano il patrimonio culturale, ma anche le tante possibilità che oggi la tecnologia ci offre per la sua preservazione, a garanzia della sua trasmissione alle future generazioni.

In quest'ottica, progetti come quelli rientranti in Horizon 2020 "4CH - Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage", divengono strumenti preziosi per queste attività, dove, la prospettiva di creare un Centro Europeo di Competenza, fornirebbe, sotto il profilo metodologico, procedurale e organizzativo, un adeguato supporto di conoscenze e servizi sulla digitalizzazione e sulle tecnologie d'avanguardia applicate ai Beni Culturali (Orlani-Boeri-Longo-Pretelli-Roversi-Turillazzi).

Ravenna, settembre 2024

Federica Botti, Maria Cristina Carile, Mario Neve e Rocco Mazzeo

L'intelligenza artificiale applicata alla digitalizzazione del patrimonio culturale

Stefano Allegrezza

Abstract

This paper aims to address the use of artificial intelligence in the cultural heritage field, starting from some basic concepts (what is artificial intelligence, what types exist, what are the various techniques) to arrive at the applications of artificial intelligence to the digitization of cultural heritage, presented through three examples worthy of mention.

Il contributo intende affrontare il tema dell'impiego dell'intelligenza artificiale nel settore del patrimonio culturale, partendo da alcuni concetti di base (che cos'è l'intelligenza artificiale, quali tipologie esistono, quali sono le varie tecniche) per arrivare alle applicazioni dell'intelligenza artificiale alla digitalizzazione del patrimonio culturale, presentate attraverso tre esempi degni di menzione.

Parole chiave: Intelligenza artificiale; Machine learning; digitalizzazione; patrimonio culturale.

Stefano Allegrezza: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ stefano.allegrezza@unibo.it

1. Introduzione

Negli ultimi anni il tema dell'intelligenza artificiale (IA) è diventato sempre più importante per via delle sue molteplici ricadute in ogni campo scientifico. Gli algoritmi intelligenti vengono ormai ampiamente utilizzati nelle aziende, nella sanità, nell'industria, nella finanza, in agricoltura, nell'educazione e non c'è quasi più alcun settore dove non si possa rinvenire una qualche forma di applicazione di tecniche di intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale fa già parte anche della nostra vita personale e viene utilizzata in molte delle attività che svolgiamo quotidianamente. Ad esempio, la maggior parte degli strumenti informatici e dei telefoni cellulari hanno funzionalità di intelligenza artificiale, come quella degli assistenti virtuali basati sul riconoscimento vocale (come Siri di Apple, Cortana di Microsoft o Alexa di Google)¹ che molti adoperano senza minimamente immaginare che si tratta di intelligenza artificiale. Tutti, poi, conoscono i sistemi di riconoscimento facciale (Face ID di Apple o DeepFace di Microsoft), i sistemi di traduzione automatica (Microsoft Translator, Google Translate, DeepL, etc.), i "sistemi di raccomandazione" (offerti da Netflix, YouTube o Amazon), i veicoli autonomi (come le auto a guida autonoma e i droni). Gli algoritmi intelligenti, ci suggeriscono i prodotti da acquistare, i film o i brani musicali in linea con i nostri gusti, sanno rispondere a domande dei clienti via chat, possono riconoscere il volto di una persona per abilitare un accesso, smistare documenti in base al contenuto, filtrare i curricula per selezionare il candidato ideale, e così via. Perfino in ambito cinematografico² e nel mondo dello sport l'intelligenza artificiale gioca ora un ruolo di primo piano; infatti è impiegata per catturare e analizzare le immagini di gioco, fornire agli allenatori rapporti su come organizzare meglio il gioco, come ottimizzare le posizioni in campo e la strategia. I sistemi di intelligenza artificiale sono molto utilizzati anche in ambito ludico, ad esempio nella programmazione di giochi, dagli scacchi al backgammon. Ulteriori settori in cui l'intelligenza artificiale viene utilizzata in maniera costante sono il mercato finanziario, la robotica e la medicina. In quest'ultimo settore, l'intelligenza artificiale viene utilizzata soprattutto nelle analisi del battito cardiaco, come supporto nella lettura delle immagini radiografiche, nelle diagnosi di alcune forme tumorali, nello screening dei nevi e nella realizzazione di assistenti personali virtuali (es: i robot di accompagnamento).

Come si può vedere, sebbene sia convinzione comune che l'uso dell'intelligenza artificiale sia relegato a particolari ambiti – come quello della ricerca scientifica – in realtà essa viene abbondantemente utilizzata anche in molte delle nostre attività quotidiane. Pure nel settore della digitalizzazione del patrimonio culturale l'intelligenza artificiale viene sempre più spesso utilizzata ed in questo articolo cercheremo di fornire alcuni esempi particolarmente interessanti.

2. Che cos'è l'intelligenza artificiale

Ma che cos'è esattamente l'intelligenza artificiale? E quali sono le diverse categorie di intelligenza artificiale? In realtà, non esiste una definizione univoca di intelligenza artificiale e le varie formulazioni che ne sono state date variano a seconda del particolare aspetto che si vuole prendere in considerazione o mettere in evidenza: da un lato, ci si può concentrare sui processi interni di ragionamento, dall'altro sul comportamento esterno dei sistemi, in linea di massima sempre prendendo come sorta di "misura di efficacia" la somiglianza con il comportamento umano. Il "Piano della Commissione europea sull'Intelligenza Artificiale" definisce i sistemi

basati sull'intelligenza artificiale come i «sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il loro ambiente e agendo – con un certo grado di autonomia – per raggiungere obiettivi specifici».³ Il Gruppo indipendente di esperti ad alto livello sull'intelligenza artificiale istituito dalla Commissione europea nel giugno 2018 ha fatto sua la definizione di intelligenza artificiale appena vista aggiungendovi alcune precisazioni:

«L'Intelligenza artificiale (IA) indica sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il proprio ambiente e compiendo azioni, con un certo grado di autonomia, per raggiungere specifici obiettivi. I sistemi basati sull'IA possono consistere solo in software che agiscono nel mondo virtuale (ad esempio assistenti vocali, software per l'analisi delle immagini, motori di ricerca, sistemi di riconoscimento vocale e facciale), oppure incorporare l'IA in dispositivi hardware (per esempio in robot avanzati, auto a guida autonoma, droni o applicazioni dell'Internet delle cose)».⁴ Semplificando un po' le cose potremmo definire l'intelligenza artificiale come la capacità di un sistema tecnologico di risolvere problemi o svolgere attività e compiti tipici della mente e delle abilità umane.

3. Le tipologie di intelligenza artificiale

La comunità scientifica si è trovata d'accordo nell'individuare due differenti tipi di intelligenza artificiale, quella debole e quella forte:

– *l'intelligenza Artificiale debole (weak AI)*, che comprende i sistemi in grado di simulare alcune funzionalità cognitive dell'uomo senza tuttavia raggiungerne le capacità intellettuali; si tratta, in sostanza, di algoritmi di problem-solving in grado di replicare alcuni ragionamenti logici umani per risolvere problemi, prendere decisioni, etc.; di fatto questi sistemi agiscono come se avessero un cervello, ma non sono 'davvero' intelligenti, simulano solo di esserlo; per fornire la risposta a un problema indagano su precedenti casi simili, li confrontano, elaborano una serie di soluzioni e poi scelgono quella più razionale sulla base dei dati analizzati e di regole conosciute;

– *l'intelligenza Artificiale forte (strong AI)*, che comprende i sistemi in grado di replicare le capacità cognitive dell'uomo fino a diventare sapienti (o addirittura coscienti di sé); ci sono teorie che spingono alcuni scienziati ed esperti a ritenere che un giorno le macchine avranno una intelligenza propria – non emuleranno quindi quella dell'uomo – autonoma e probabilmente superiore a quella degli esseri umani.⁵ In sostanza si tratta di sistemi che hanno capacità cognitive non distinguibili da quelle umane.

I sistemi attualmente in uso rientrano quasi sempre nell'ambito dell'intelligenza artificiale debole, ma il progresso è costante e non si può escludere che si arrivi, in tempi brevi, a realizzare veri e propri sistemi basati sull'intelligenza artificiale forte.⁶

4. Le tecniche basate sull'intelligenza artificiale

La maggior parte degli esempi di intelligenza artificiale di cui si sente parlare, dai computer che giocano a scacchi alle automobili che si guidano da sole, si basa su una delle varie tecniche di intelligenza artificiale, dal *machine learning* al *deep learning*, dal *natural language processing* alla *computer vision*. Le stesse tecniche trovano applicazione anche nel settore della digitalizzazione del patrimonio culturale.

Una delle principali branche dell'intelligenza artificiale è il *machine learning* (apprendimento automatico), che si basa sull'assunto che i sistemi possano imparare dai dati, identificare i modelli e prendere decisioni, eventualmente con un minimo intervento umano. Si tratta, in sostanza, di sistemi che permettono alle macchine di imparare dalle proprie esperienze, correggere gli errori ed adattarsi a nuovi input per svolgere autonomamente un compito/attività con una logica 'quasi' umana. Il *machine learning* si sta evolvendo lungo una linea di ricerca basata sull'uso di reti neurali organizzate in più livelli di profondità e per questo detta *deep learning* (apprendimento profondo).⁷ Si tratta di un particolare tipo di *machine learning* ispirato alla struttura ed al funzionamento del nostro cervello, che addestra il computer ad eseguire attività – come riconoscere il parlato, identificare immagini o fare previsioni – in maniera simile a quella umana. Il *deep learning* necessita di una capacità computazionale molto potente e capace di “reggere” differenti strati di calcolo e analisi (che è quello che succede con le connessioni neurali del cervello umano). Può sembrare un livello tecnologico futuristico ma nella realtà questi sistemi sono già in uso nel riconoscimento di pattern, nel riconoscimento vocale o delle immagini e nei sistemi di *natural language processing* (elaborazione del linguaggio naturale). Questi ultimi si pongono l'obiettivo di creare sistemi in grado di favorire l'interazione e la comprensione uomo/macchina. Si occupano principalmente di testi (di qualsiasi natura, comprese le pagine web, i post e i tweet sui social media, le informazioni commerciali, etc.). Tra i sistemi di intelligenza artificiale, quelli basati sul *Natural Language Processing* hanno ottenuto i maggiori risultati negli ultimi anni: i correttori ortografici presenti nelle suite di Office Automation o i sistemi di traduzione automatici (disponibili anche on-line, come Google Translate o DeepL) sono solo alcune delle applicazioni di NLP che quotidianamente utilizziamo nella nostra vita.⁸ Infine, la *computer vision* è un campo dell'intelligenza artificiale che addestra i computer a interpretare e comprendere il mondo visivo. Con l'utilizzo di immagini digitali provenienti da fotocamere e video e attraverso modelli di *deep learning*, le macchine possono identificare e classificare accuratamente gli oggetti e quindi reagire a ciò che 'vedono'. Dal riconoscimento facciale, alle auto a guida autonoma, all'analisi di una partita di calcio in diretta, la *computer vision* rivaleggia e supera in molti casi le capacità visive umane. Quello della *computer vision* è uno degli ambiti dove, soprattutto negli ultimi anni e grazie all'utilizzo delle reti neurali,⁹ maggiori sono gli sforzi e gli investimenti di aziende e organizzazioni pubbliche.

5. *L'intelligenza artificiale applicata alla digitalizzazione del patrimonio culturale*

L'intelligenza artificiale trova applicazione con riferimento a ciascuna delle diverse tipologie di beni che compongono i beni culturali: i beni artistici e storici, i beni architettonici, i beni archeologici, i beni librari e le biblioteche, i beni archivistici, i beni museali, etc. In questa sede non è certamente possibile fornire una panoramica esaustiva delle varie applicazioni in ciascuno di questi settori, tuttavia cercheremo di fornire alcuni esempi particolarmente significativi attingendo dal panorama sia nazionale che internazionale.

Il primo esempio che merita di essere segnalato è quello di una sperimentazione che è stata condotta nell'ambito del progetto [InterPAREStrustAI](#), il progetto ricerca internazionale che sta investigando le possibili applicazioni dell'intelligenza artificiale nel campo della gestione documentale e degli archivi. La sperimentazione in questione, avviata nel 2022, è intitolata “AI

in the Middle age. Arrangement of the documents via appearance-based recognition” e vede la partecipazione di ricercatori di varie università, sia italiane che straniere (tra cui le Università di Macerata e Pavia e la Washington University) e di istituzioni (come gli Archivi di Stato di Milano e Pavia). L’obiettivo è utilizzare l’intelligenza artificiale per estrarre nuove informazioni dai fondi pergamenei digitalizzati conservati presso l’Archivio di Stato di Milano (ASMi), il quale conserva più di 130.000 documenti su pergamena che coprono quasi mille anni di storia.¹⁰ Sebbene sia stato studiato fin dal XVIII secolo, anche a causa della sua vastità questo materiale non è mai stato analizzato in modo sistematico al fine di identificare caratteristiche comuni ricorrenti in gruppi omogenei di documenti. Solo attraverso l’utilizzo dell’intelligenza artificiale – e, nello specifico, di tecniche di deep learning – è possibile elaborare automaticamente un numero così vasto di documenti digitalizzati e così giungere a nuove forme di conoscenza dei notai milanesi nel Medioevo, come la definizione del loro numero e dell’attività nella città di Milano e nel suo contado attraverso il riconoscimento del *signum tabellionis* – il segno personale che i notai apponevano prima della loro sottoscrizione, a garanzia di autenticità – che compare in quasi tutti gli atti privati e ha caratteristiche specifiche e facilmente riconoscibili (forma, posizione, etc.). Si tratta di una prima applicazione in questo ambito, ma una volta perfezionata e sviluppata, potrebbe essere utilizzata in un’ampia gamma di applicazioni come, ad esempio, il riconoscimento del particolare sistema di scrittura di ogni singolo notaio, l’analisi delle segnature sul verso dei documenti, il riconoscimento di immagini o altre caratteristiche ricorrenti in grandi serie di documenti, l’identificazione di modelli comuni in mappe o disegni manoscritti.

Il secondo esempio che vogliamo menzionare è Transkribus, una piattaforma completa per la digitalizzazione, l’analisi delle immagini, il riconoscimento del testo scritto a mano (handwritten text recognition, HTR) con l’aiuto dell’intelligenza artificiale, la trascrizione automatica e la ricerca di documenti storici. La piattaforma è stata creata nel contesto dei due progetti tranScriptorium (2013-2015) e READ (Recognition and Enrichment of Archival Documents – 2016-2019) ed è stata sviluppata dall’Università di Innsbruck. Dal 1° luglio 2019 la piattaforma è gestita e ulteriormente sviluppata dalla società cooperativa Europea (SCE) READ-COOP. Transkribus permette di rendere accessibili grandi giacimenti di materiale d’archivio digitalizzati attraverso il riconoscimento della scrittura a mano: grazie all’impiego dell’intelligenza artificiale i documenti, soprattutto quelli più antichi, vengono trascritti con una qualità nettamente migliore rispetto ad un ‘semplice’ sistema di HTR privo di funzioni di intelligenza artificiale. Transkribus è ad oggi utilizzato in tutto il mondo da numerose istituzioni.

Infine, il terzo esempio riguarda ReAD (Representation of Architectural Data), un progetto avviato nel mese di ottobre 2022 e promosso dall’Istituto di scienze e tecnologie della cognizione del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR-ISTC), dall’Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione del Ministero della Cultura (MiC-ICCD) e dal Dipartimento di Architettura dell’Università di Roma Tre (RM3-DARC). ReAD si prefigge l’obiettivo di promuovere la conoscenza, la tutela e la valorizzazione del patrimonio architettonico, grazie all’applicazione di tecnologie legate all’intelligenza artificiale.¹¹ Nello specifico, intende lavorare su fonti testuali e iconografiche non strutturate attraverso l’utilizzo di tecnologie computazionali in grado di estrarre automaticamente informazioni significative e renderle

disponibili a professionisti e studiosi di architettura per lo svolgimento del proprio lavoro, con la possibilità di effettuare analisi interpretative sui beni architettonici esistenti. Il sistema coadiuva, ad esempio, gli storici dell'architettura nell'eseguire dei confronti stilistici e tipologici utili alla propria ricerca; o ancora, gli architetti restauratori nel conoscere in automatico, a partire dai disegni architettonici, la consistenza degli elementi su cui intervenire in fase di restauro, velocizzando il calcolo delle spese dei lavori. Il sistema permette poi la veloce individuazione di edifici cronologicamente omogenei o con determinate caratteristiche costruttive e stilistiche: le tante interrogazioni possibili potranno sostenere agilmente anche le attività degli archivisti e dei catalogatori di beni architettonici, per rendere più agevole l'individuazione dei dati necessari e la loro immissione negli inventari e nei sistemi di catalogazione. Per raggiungere questo obiettivo, vengono utilizzate le corpose informazioni descrittive contenute nella banca dati del [Catalogo Generale dei Beni Culturali del Ministero della Cultura](#), già disponibili in formato aperto (*linked open data*), e il vasto archivio fotografico dell'ICCD sul patrimonio culturale, permettendo al progetto di partire da una base significativa di conoscenza sui beni architettonici. I dati verranno resi disponibili all'interno del web semantico garantendo la fruibilità e l'accessibilità di tutti ai risultati del progetto ReAD.¹²

6. Conclusioni

Quelli appena visti non sono gli unici esempi di applicazioni dell'intelligenza artificiale al patrimonio culturale. Si pensi, ad esempio, alla possibilità di metadattare automaticamente i documenti acquisiti in un progetto di digitalizzazione sfruttando le tecniche dell'intelligenza artificiale (quindi senza o con un ridotto apporto umano); oppure alla possibilità offerta dalla certificazione di processo¹³ che consente di dichiarare la copia acquisita mediante scansione conforme all'originale mediante la tecnica del raffronto: anche in questo caso le tecniche di intelligenza artificiale potrebbero consentire di ottenere risultati paragonabili (e in alcuni casi addirittura migliori) a quelli conseguibili mediante l'intervento di un operatore umano, ma con tempi, e quindi costi, nettamente inferiori. Ancora, si pensi alla possibilità di utilizzare l'intelligenza artificiale, opportunamente addestrata, per il riconoscimento dei soggetti in una raccolta di fotografie.

Questi sono solamente alcuni dei numerosi ambiti di applicazione dell'intelligenza artificiale al settore della digitalizzazione del patrimonio culturale, alcuni già sviluppati, altri in fase di studio ed ancora da sviluppare. Quello che è certo è che l'intelligenza artificiale promette di rivoluzionare il settore sotto molteplici punti di vista e con risultati che sono in gran parte ancora da scoprire e che, forse, non siamo ancora in grado neanche di immaginare.

Note:

¹ I vari strumenti di riconoscimento vocale che quotidianamente utilizziamo, dagli smartphone ai sistemi di sicurezza, impiegano algoritmi tipici dell'intelligenza artificiale, in particolare quelli basati sul machine learning (apprendimento automatico) e quelli basati sull'elaborazione del linguaggio naturale (natural language processing).

² Anche in ambito cinematografico gli esempi di impiego di tecniche di intelligenza artificiale sono numerosi ed in molti casi hanno anticipato tecnologie che sono state poi effettivamente sviluppate. L'esempio che forse più di altri è rimasto impresso nella memoria collettiva è quello del supercomputer di bordo HAL 9000 sulla nave spaziale "Discovery 1" nel film del 1968 "2001: Odissea nello spazio" di Stanley Kubrick. Dotato di capacità di ragionamento straordinarie, ed anche di sentimenti 'quasi' umani, HAL 9000 è capace di parlare con una voce totalmente naturale, di avere percezioni sensoriali ed esperienze emotive umane e di governare l'astronave fino alla sua destinazione senza l'ausilio di intervento da parte dell'uomo. Oltre a "2001: Odissea nello spazio" si possono citare altri film in cui l'intelligenza artificiale gioca un ruolo di primo piano: "Blade Runner" (1982), "Matrix" (1999), "Io, Robot" (2004), ispirato all'antologia omonima di Isaac Asimov, "Her" (2013), "Transcendence" (2014), "Ex Machina" (2014) e la serie britannica "Black Mirror" (2011).

³ Si veda il "[Piano Coordinato della Commissione europea sull'intelligenza artificiale](#)" COM(2018) 795.

⁴ Cfr. High Level Expert Group on Artificial Intelligence, [A definition of AI. Main capabilities and scientific disciplines](#).

⁵ In quel momento, chiamato "AI Singularity", le intelligenze artificiali presenti nelle nostre vite diventeranno autocoscienti o raggiungeranno una capacità di miglioramento continuo così potente da evolvere al di là del nostro controllo. Cfr. Robert K. Logan *et. al.*, *AI and the singularity a fallacy or a great opportunity?* Basel, Switzerland, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020, DOI: [10.3390/books978-3-03936-484-8](#).

⁶ Secondo altri studiosi l'IA si divide in tre categorie: 1) *intelligenza artificiale ristretta* (Artificial Narrow Intelligence, ANI); definita come IA debole con una gamma ristretta di abilità, è l'unico tipo di IA che abbiamo a disposizione per ora; è utilizzata nel riconoscimento facciale, nel riconoscimento vocale/assistenti vocali e nella guida autonoma delle automobili; 2) *intelligenza artificiale generale* (Artificial General Intelligence, AGI), detta anche intelligenza artificiale forte o profonda, con la capacità di imitare l'intelligenza o i comportamenti umani per risolvere qualsiasi problema; al momento, non è ancora disponibile, ma i ricercatori stanno lavorando per migliorare la capacità delle macchine di vedere, capire e imparare come gli esseri umani. 3) *super-intelligenza artificiale* (Artificial Super Intelligence, ASI): è l'ipotetica intelligenza artificiale che supera l'intelligenza e le capacità umane; ha costituito da decenni una fonte di ispirazione per la fantascienza. Avere macchine super-intelligenti potenti e autoconsapevoli può essere un'idea eccitante, ma il loro impatto sull'umanità rimane incerto e sicuramente passeranno ancora molti anni prima che la super-intelligenza artificiale diventi una realtà. Cfr. E. Scott, [What are the 3 types of AI? A guide to narrow, general, and super artificial intelligence](#).

⁷ Gli approcci del *machine learning* vengono solitamente distinti in tre tipologie: 1) *supervised learning* (apprendimento supervisionato), nel quale si forniscono all'algoritmo esempi degli input e dei rispettivi output desiderati per essi (dati 'annotati' o 'etichettati'), affinché il modello, durante il processo di addestramento, impari una regola di associazione tra input e output corrispondente, in modo da essere successivamente capace di generalizzare su nuovi set di dati; 2) *unsupervised learning* (apprendimento non supervisionato) in cui gli input forniti non hanno né una struttura definita né output associati e lo scopo dell'algoritmo è quindi quello di identificare dei pattern negli input al fine di riprodurli o prevederli; 3) *reinforcement learning* (apprendimento per rinforzo), nel quale l'algoritmo apprende attraverso l'interazione con l'ambiente con un sistema di ricompense e punizioni.

⁸ Il grande successo del Deep Learning è motivato dai notevoli risultati ottenuti da particolari tipologie di reti neurali, le *convolutional neural network* (reti neurali convoluzionali), in molti ambiti, tra i quali la *computer vision* e la *image processing* (elaborazione di immagini). Quest'ultima mira a riprodurre i compiti e le funzioni dell'apparato visivo umano, consentendo ai computer di ricavare informazioni significative da immagini digitali, video e altri input visivi, e di intraprendere azioni o formulare raccomandazioni sulla base di tali informazioni.

⁹ Una delle applicazioni più conosciute è costituita dall'utilizzo dei *captcha* (acronimo di "Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart"), ampiamente utilizzati nella compilazione di moduli online per distinguere gli esseri umani dalle macchine. Forse non tutti sanno che accanto all'obiettivo di assicurarsi che l'utente sia davvero un essere umano – e limitare così la diffusione dei bot – i captcha hanno anche lo scopo di addestrare le reti neurali a riconoscere le immagini.

¹⁰ In particolare, il fondo "Museo diplomatico" (sec. VI - 1100) custodisce il più antico atto privato originale italiano, che risale all'anno 721, e un gran numero di documenti precedenti l'anno 1000. Contiene, inoltre, diplomi imperiali e regi, bolle pontificie, atti vescovili e atti "pagensi". Il fondo, denominato "Pergamene per fondi" (916 -

sec. XX), conserva carte imperiali e reali, bolle papali, documenti di cancelleria e atti privati provenienti da numerose istituzioni laiche ed ecclesiastiche dell'Italia settentrionale (XII-XVIII secolo).

¹¹ L'innovazione introdotta combina le più avanzate tecniche di intelligenza artificiale per il riconoscimento di fonti eterogenee nel dominio dei beni architettonici, permettendo di interrogare e combinare testi e immagini per estrapolare grandi quantità di informazioni sul patrimonio architettonico nazionale

¹² Il progetto si avvarrà inoltre di strumenti terminologici: vocabolari controllati definiti da comunità di esperti del dominio architettonico, che potranno contribuire ad una lettura omogenea e articolata della documentazione grafica e fotografica. Man mano che i sistemi computazionali verranno sviluppati, i dati estrapolati saranno resi pubblici per essere immediatamente riutilizzati dalle imprese operanti nel territorio, e potranno avere un impatto di semplificazione, a beneficio di tutti gli addetti ai lavori.

¹³ Prevista dall'Allegato 3 alle "[Linee guida in materia di Formazione, gestione e conservazione di documenti informatici](#)" dell'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID).

Patrimonio musicale e digitalizzazione: un complesso dialogo tra musicologia e Digital Humanities

Nicola Badolato, Federico Lanzellotti¹

Abstract

The dialogue between Musicology and *digital humanities* has experienced a strong development in recent decades. One of the most relevant aspects of this relationship is represented by current digitization projects of music heritage, bringing important advantages both in terms of the preservation of the sources and in terms of their reference, and some critical issues, relating both to the interpretation of the sources and to the socio-cultural policies connected to the projects themselves. This paper aims to investigate some Italian and foreign projects – *Estense Digital Library*, *Vatican Digital Library*, Digital Library of SLUB of Dresden, *Corago* – in order to highlight their strengths and weaknesses, not without reflecting on the need to train users and new generations of scholars to make the most of the potential offered by digitalization, with emphasis on the decisive value of the material aspects in the evaluation and use of heritage.

Il dialogo fra studi musicologici e *digital humanities* ha registrato negli ultimi decenni un forte sviluppo. Uno degli aspetti ad oggi più rilevanti di questo rapporto è rappresentato da progetti di digitalizzazione del patrimonio bibliografico musicale: questi portano importanti vantaggi tanto sul piano della preservazione dei beni musicali, quanto sul piano della loro fruizione, sebbene non vadano esenti da alcune criticità, relative sia allo studio delle fonti sia alle politiche socio-culturali connesse ai progetti stessi. Questo intervento mira a indagare alcuni progetti italiani e stranieri – *Estense Digital Library*, *Vatican Digital Library*, Biblioteca digitale della SLUB di Dresda, *Corago* – per evidenziarne i punti di forza e le criticità, non senza riflettere sulla necessità di formare l'utenza e le nuove generazioni di studiosi a sfruttare al meglio le potenzialità offerte dalla digitalizzazione, senza dimenticare il valore decisivo degli aspetti materiali nella valutazione e nella fruizione del patrimonio.

Parole chiave: Digital humanities; Digital library; beni musicali; patrimonio bibliografico-musicale; formazione digitale.

Nicola Badolato: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ nicola.badolato@unibo.it

1. Introduzione

Il dialogo fra studi musicologici e *Digital Humanities* negli ultimi decenni ha registrato un forte sviluppo, e ciò ha consentito l'esplorazione di nuove metodologie di ricerca e di disseminazione dei risultati tramite la creazione di database integrati, strumenti di indicizzazione del repertorio bibliografico, edizioni critiche digitali di partiture musicali e libretti d'opera.²

Fra i vari progetti, la digitalizzazione del patrimonio bibliografico musicale è uno di quelli che si è più sviluppato e che ricopre un ruolo particolare nell'attività di studiosi e musicisti. Ne derivano indubbi vantaggi tanto sul piano della preservazione dei beni musicali, specialmente quelli compromessi o a rischio, quanto sul piano della loro fruizione, giacché li rendono liberamente accessibili in tutto il mondo. Purtroppo, essi non vanno esenti da alcune criticità. Una prima problematica riguarda, ad esempio, il preoccupante ridimensionamento dell'attenzione verso il valore materiale delle fonti prese in considerazione: la perdita di preziose informazioni codicologiche, dovuta alla resa digitale di taluni aspetti dell'oggetto musicale o del libro di musica, rischia di impoverire la ricerca.

Un'ulteriore riflessione riguarda le politiche connesse ai progetti di digitalizzazione. Anche quando sono ampi e ben finanziati, essi non sempre coinvolgono direttamente gli specialisti del settore (i musicologi, nel nostro caso), e pur registrando una grande attenzione sul piano tecnologico e della condivisione del sapere, risultano talvolta problematici sul piano scientifico. In diversi casi, un'esplorazione dettagliata rivela infatti digitalizzazioni parziali, oppure non adeguatamente sostenute da un apparato descrittivo e un corredo di metadati sufficientemente dettagliato.

In alcune biblioteche storiche la digitalizzazione massiva ha poi talvolta provocato un netto ridimensionamento dell'utenza, con ripercussioni sul piano sociale e professionale. In questi casi non si intende mettere in dubbio la rilevanza e l'utilità dei progetti stessi, bensì evidenziare almeno in parte l'inefficacia delle modalità attraverso le quali essi sono stati condotti e la mancanza, talvolta, di una prospettiva di valorizzazione a lungo termine del patrimonio umano e bibliografico-musicale.

Questo intervento mira a indagare alcuni progetti italiani e stranieri per evidenziarne i punti di forza e le criticità, non senza riflettere sulla necessità di formare l'utenza e le nuove generazioni di studiosi a sfruttare al meglio le potenzialità offerte dalla digitalizzazione, senza dimenticare il valore decisivo degli aspetti materiali nella valutazione e nella fruizione del patrimonio.

2. Questioni metodologiche: alcuni esempi

Poste queste problematiche generali, si propongono alcuni esempi specifici relativi alla digitalizzazione del patrimonio bibliografico musicale. Tra le tematiche più urgenti, si evidenziano le seguenti (Campagnolo, 2020; Salarelli e Tammaro, 2000);³

- la specificità dei progetti e la capacità degli stessi di venire incontro alle esigenze degli utenti;

- la presenza di un apparato descrittivo dettagliato e affidabile e di un ampio corredo di metadati;
- la qualità e la completezza della digitalizzazione;
- l'intercomunicabilità fra progetti differenti e con piattaforme digitali preesistenti;
- l'agilità dei progetti (interoperabilità, possibilità di scaricare e modificare/elaborare le immagini) e dei siti web su cui sono ospitati (chiarezza strutturale, impostazione linguistica, facilità nella ricerca, presenza di *bug*, possibilità di consultazione da dispositivi mobili).

A rigore, il musicologo dovrebbe seguire tutte le fasi della digitalizzazione (dall'acquisizione delle immagini alla strutturazione della piattaforma digitale) e partecipare alle operazioni di controllo. La sua figura è di fondamentale importanza anche dove apparentemente non sarebbe richiesta: dovrebbe essere infatti il musicologo a stabilire quali elementi siano necessari a rendere completa la digitalizzazione di una fonte, richiedendo l'eventuale scansione di elementi paratestuali o codicologici aggiuntivi – palinsesti, filigrane, cartigli, schede archivistiche di corredo – o di immagini elaborate tramite l'irraggiamento con raggi ultravioletti o infrarossi (Fazioni et al., 2022; Hahn, 2004).⁴

La mancanza di piattaforme e spazi specifici, concepiti “su misura” per le fonti musicali e per la loro fruizione, è di certo uno dei problemi più rilevanti. Negli ultimi anni grandi opere di digitalizzazione del patrimonio bibliografico musicale hanno infatti reso disponibili agli utenti migliaia di fonti musicali di vario genere, manoscritte e a stampa, dal IX al XX secolo, ma non le hanno collocate in ambienti digitali dedicati. Le fonti musicali sono quindi spesso poste all'interno di ampie biblioteche digitali, comprendenti fonti artistiche e letterarie di ogni genere, come [Gallica](#) della Bibliothèque nationale de France, uno dei progetti più longevi, che ospita le partiture musicali accanto a fonti letterarie, mappe, documentazione iconografica, riviste storiche e molto altro (Duchesneau, 2014).⁵ Si registra una situazione analoga anche in un progetto d'eccellenza come [Digital Vatican Library](#), che non offre una piattaforma specifica e in rapporto alla vastità del patrimonio bibliografico musicale posseduto appare ancora molto lacunosa; inoltre, molte digitalizzazioni sono state effettuate a partire da vecchi microfilm e consistono di immagini a scarsa risoluzione, sprovviste di schede descrittive adeguate e di metadati, e la cui consultazione appare piuttosto farraginosa.

Un ottimo progetto specifico, costantemente aggiornato ed estremamente interconnesso, è invece [Bach Digital](#), che include una folta biblioteca digitale, ma è circoscritto a una famiglia di musicisti e in particolare al più importante e noto: Johann Sebastian. La piattaforma è disponibile in sei lingue, presenta una valida bibliografia e non si limita a raccogliere le fonti digitalizzate, ma offre la «possibilità di ricostruire virtualmente l'unità originaria di manoscritti musicali suddivisi e dispersi nelle biblioteche di tutto il mondo».⁶ Insieme al Bach-Archiv di Lipsia, tra i sostenitori è possibile scorgere due biblioteche tedesche molto sensibili alle tematiche proposte: la Staatsbibliothek di Berlino e la Sächsische Landes - und Universitätsbibliothek di Dresda. Quest'ultima ha digitalizzato una parte consistente del proprio patrimonio musicale nell'ambito di progetti specifici, come [Schränk II](#), dedicato alle fonti musicali dell'Hofkapelle di Dresda nei decenni dell'unione polacco-sassone (Poppe, 2012).⁷ Le immagini presentano ottima risoluzione, possono essere manipolate e scaricate favorendone una fruizione dinamica, includono elementi codicologici e filigrane e per ciascuna fonte è

disponibile una scheda descrittiva dettagliata e affidabile, realizzata da esperti grazie ad uno studio ampio e approfondito del fondo, dei cataloghi storici (anch'essi digitalizzati) e della letteratura musicologica sull'argomento.⁸

Con le dovute eccezioni (si veda il progetto [Gaspari online](#) più avanti discusso), progetti con queste caratteristiche e di tale ampiezza sono invece rari in Italia. Sebbene moltissime fonti presenti nelle biblioteche e negli archivi della Penisola siano oggi disponibili online, esse sono inventariate su piattaforme per nulla specifiche e molto dispersive come [Internet culturale](#), all'interno del quale confluiscono anche le raccolte musicali di fondi inestimabili come quelli del Conservatorio di Napoli, della Biblioteca Nazionale di Torino, della Biblioteca Marciana di Venezia. Manca un corredo specifico di *tag* capaci di semplificare e rendere più dettagliata la ricerca e non è sempre possibile individuare negli elenchi cosa sia stato digitalizzato e sia quindi disponibile online. Le difficoltà di consultazione sono, specialmente per i meno esperti, notevoli. Particolarmente inefficace appare la presentazione delle raccolte miscelanee, segnalate sia come titolo unico sia come singole unità bibliografiche, che genera una caotica proliferazione di schede. Non è inoltre disponibile al fruitore una solida descrizione delle fonti musicali, indispensabile da un lato perché fornisce solide basi – storiche e codicologiche – allo studio delle stesse, dall'altro poiché permette una corretta consultazione del documento anche per chi possiede meno competenze per interpretarlo.⁹ Da questo punto di vista, sarebbe importante – se non necessario – prevedere nei percorsi di studio universitari e accademici un'attenzione particolare alle questioni inerenti la fruizione del patrimonio musicale digitale, i suoi vantaggi e l'integrazione, spesso opportuna, con la consultazione *de visu*.¹⁰

Ulteriori spunti sono offerti dai progetti più recenti e promettenti, come [Estense Digital Library](#) (EDL), che propone una digitalizzazione del fondo muratoriano, delle mappe e di gran parte delle fonti musicali della Biblioteca Estense di Modena.¹¹ La veste informatica è ben curata, le immagini ad altissima risoluzione, ciascuna fonte presenta Archival Resource Key (ARK) e un sufficiente apparato di metadati, mentre l'intercomunicabilità è garantita all'esterno attraverso l'International Image Interoperability Framework (IIIF), all'interno da un corredo – tuttavia limitato – di marcatori. Ci interroghiamo però su alcuni aspetti metodologici di fondo. Nella presentazione ufficiale del progetto è dichiarata la scelta «di pubblicare solo i dati anagrafici di ogni opera in modo da consentire all'utente di confrontarsi in maniera semplice e diretta con le opere».¹² Le descrizioni che accompagnano le digitalizzazioni sono infatti scarse, ricalcate sulle schede ottocentesche compilate da Angelo Catelani e sul poco posteriore catalogo di Pio Lodi (1923).¹³ Gli estensori si dichiarano inoltre consapevoli della poca bibliografia esistente sul fondo musicale estense – sebbene in realtà non manchino gli studi sull'argomento (Chiarelli, 1987; Chiarelli, 1999) –¹⁴ e ammettono: «l'incompletezza dei dati ad oggi noti relativi a molte delle opere disponibili sulla piattaforma non è stata considerata un ostacolo alla pubblicazione, ma un valore per gli studiosi, che si vorranno cimentare con nuovi studi e scoperte e che invitiamo a contribuire». Crediamo che tale approccio sia inefficace e che anzi lo scopo dei progetti di digitalizzazione debba essere quello di fornire ai fruitori solidi strumenti di lavoro e di studio: la conoscenza approfondita del patrimonio da valorizzare tramite i progetti digitali deve quindi stare a monte. Infatti, nonostante il grande potenziale di *Estense Digital Library*, l'approccio indicato comporta talvolta dei problemi. La mancanza di un'indagine specifica archivistico-documentaria sulle collezioni musicali non permette una

contestualizzazione specifica delle fonti, generando in alcuni casi attribuzioni errate (Lanzellotti, 2022),¹⁵ e non fornisce presupposti sufficienti per comprendere i processi di acquisizione, produzione, trasmissione delle fonti estensi, e per calare il patrimonio bibliografico-musicale nei contesti politico-economico e socio-culturale (Belotti e Fiore, 2020).¹⁶

Un esempio è rappresentato dal caso del dramma per musica *Il Vespasiano* di Cesare Corradi e Carlo Pallavicino, che debuttò a Venezia nel carnevale 1678 e venne rielaborato ed eseguito più volte in diverse città italiane, tra cui Modena nel 1685 (McKee, 2021).¹⁷ La Biblioteca Estense possiede due delle tre partiture complete oggi note (Mus.F.894, Mus.F.898) e due raccolte contenenti ariette dell'opera (Mus.F.1547, Mus.G.298).¹⁸ Il progetto digitale non sembra però offrire la possibilità di accedere in modo adeguato alle fonti, comprenderne la natura e utilizzarle per studi specifici. La digitalizzazione della prima partitura (Mus.F.894), una copia calligrafica di produzione modenese che fa riferimento all'esecuzione veneziana del 1678, appare incompleta (priva delle legature). La scheda descrittiva, ricalcata sulle informazioni in possesso di Catelani, indica l'esistenza di una delle raccolte di ariette (la quale tuttavia non appare raggiungibile se nel campo Ricerca libera si inserisce la parola-chiave «Vespasiano»), e di estratti dell'opera in ben otto biblioteche del mondo, indicate tramite sigle RISM, senza che siano fornite indicazioni su come decodificarle.¹⁹ Queste ultime infatti sono familiari al filologo musicale, meno al musicista, ma per nulla ad altre figure accademiche o professionali potenzialmente interessate alla fruizione dell'oggetto digitale. Restano privi di riscontro anche i numerosi rimandi al catalogo Lodi, poiché privi di collegamento diretto alla digitalizzazione di quest'ultimo, messa in rete dalla Biblioteca Estense, ma non raggiungibili da EDL, poiché estranea al progetto. Non sono digitalizzate le filigrane e l'indicazione «Filigrana: DMP e profilo», riferita alla sola «c. 2» e priva di un confronto visivo, di misure precise e di qualsiasi riferimento ai più noti inventari, non è di alcuna utilità allo studioso. Non è raggiungibile tramite la Ricerca libera nemmeno la digitalizzazione della seconda fonte musicale (Mus.F.898), poiché intitolata *Il Vespasiano*. Si tratta in questo caso di un'interessante partitura di lavoro contenente materiali connessi alle rielaborazioni milanese e modenese del 1685, sebbene il tomo I mostri sul piatto anteriore l'indicazione errata seriore «1678», incautamente riportata nella scheda descrittiva. Scarne e prive di riferimenti chiari alle partiture sono le digitalizzazioni delle due raccolte di ariette. Lo studioso che voglia accostarsi alle fonti modenesi connesse al *Vespasiano* non sarà quindi agevolato nel rintracciarle, avrà difficoltà nello spostarsi dall'una all'altra a causa della mancanza di collegamenti diretti e sarà costretto a confrontare le quattro descrizioni per avere un quadro complessivo. Queste problematiche non solo rischiano di cagionare la qualità e la fruibilità di progetti potenzialmente promettenti, ma evidenziano la mancanza a monte di un'attenzione alle problematiche specifiche della digitalizzazione del patrimonio bibliografico-musicale.

3. Fonti musicali, ricerca musicologica e Digital Humanities

La ricerca musicologica si nutre anche di fonti che, diverse da quelle più specificamente musicali, contribuiscono tuttavia in maniera sostanziale alla ricostruzione storica di eventi e opere del passato: ci riferiamo alla variegata mole di testimonianze archivistiche, letterarie, iconografiche, epistolari che non di rado costituiscono gli unici documenti relativi a

composizioni di cui non sia conservata una partitura. Un progetto di digitalizzazione di fonti non soltanto musicali, ma comunque strettamente connesse alla ricerca musicologica, è quello attivato dal Museo e Biblioteca della Musica di Bologna. Il [Catalogo Gaspari on line](#), lanciato in rete nel 2002, raccoglie partiture, libretti, documenti epistolari e fonti iconografiche. Il progetto, nato dalla trasformazione in digitale del catalogo redatto dal bibliotecario Gaetano Gaspari nell'ultimo scorcio dell'Ottocento,²⁰ è stato aggiornato, almeno fino al 2015, tramite l'implementazione del database, il confronto con i principali cataloghi (quello di Claudio Sartori per i libretti d'opera)²¹ e l'aggiunta di collegamenti a progetti esterni (per esempio al [RISM - Répertoire International des Sources Musicales](#)).

Purtroppo, le immagini risultano oggi a bassa risoluzione e le descrizioni risultano piuttosto succinte e poco aggiornate, seppur quasi sempre corrette. Non è possibile scaricare le fonti e in alcuni casi esse sono riportate nel catalogo online, ma non sono state digitalizzate. Si riscontrano pochi metadati utili all'interconnessione e ciascuna fonte rimane così un mondo a sé. Fortunatamente è possibile raggiungere la scheda [Opac SBN](#) che offre un apparato meta-testuale più ampio.

Due ulteriori esempi invece assai virtuosi per chi si occupa di teatro per musica promanano da gruppi di ricerca universitari, il primo bolognese, il secondo padovano.

Uno tra i portali più noti a chi si occupa di melodramma è [Corago](#), ideato e coordinato da Angelo Pompilio, un sistema informativo che ha l'obiettivo di mettere in dialogo una mole assai variegata di documenti inerenti lo spettacolo musicale: libretti, partiture, bozzetti di scena, figurini, registrazioni audiovisive. [Corago](#) è un ottimo strumento di supporto alla ricerca sulla storia materiale dello spettacolo operistico e allo studio della tradizione del testo letterario del melodramma italiano dal '600 al primo '900. Il sistema informativo [Corago](#) è articolato in tre contenitori: il *Repertorio*, la *Cronologia* e la *Bibliografia e archivio digitale dei libretti d'opera* riprodotti integralmente. Le informazioni storiche e bibliografiche contenute in [Corago](#) sono state acquisite dai principali dizionari, dai consueti strumenti bibliografici, dalla consultazione di cataloghi online di biblioteche e di siti web dedicati al teatro d'opera ([CoragoNet](#)).²²

Sul versante della filologia digitale, o meglio dell'edizione critica digitale (*digital scholarly editing*), vale senz'altro la pena citare i progetti dell'Università di Padova coordinati da Anna Laura Bellina: [Varianti all'opera](#) e [Libretti d'opera](#).

Se quest'ultimo progetto ha origini lontane e nasce da un'idea di Vittore Branca e di Gianfranco Folena nella Fondazione Cini di Venezia insieme con l'Istituto della Enciclopedia Italiana. Prevedeva in origine di schedare a tappeto la raccolta di libretti messa insieme da Ulderico Rolandi (1874-1951), un medico appassionato di melodramma (circa 35.000 pezzi) (Bellina, 2001).²³

La scheda informatica, elaborata a partire da quella cartacea, è costituita da tre sezioni che restituiscono la fisionomia del libretto e dell'evento scenico da esso documentato: trascrizione del frontespizio e descrizione del pezzo; rilevazione dei nomi (luoghi, autori, personaggi e interpreti, scenografi, costumisti, macchinisti, coreografi, direttori d'orchestra, ecc.); osservazioni dello stesso Rolandi, talora aggiornate coi risultati della storiografia più recente. L'interrogazione può essere libera, incrociata o guidata; semplice (titoli, luoghi, incipitari di arie, personaggi, interpreti e altri operatori) ma anche molto complessa (storia dei generi, carriere di artisti, alterne vicende d'imprese editoriali e teatrali). Negli indici sono lemmatizzati

i titoli, i librettisti, i coreografi, i musicisti, le città di rappresentazione o di edizione nella forma attuale o in quella prevalente ma non i teatri né le ragioni sociali degli editori (Bellina, 2010).²⁴

[Varianti all'opera](#) consente ai fruitori di interrogare i testi verbali (libretti) di vari titoli operistici, prevalentemente settecenteschi (Pietro Metastasio, Carlo Goldoni, Apostolo Zeno) e di metterli in dialogo con le relative partiture. Di queste ultime si fornisce una descrizione contenente i dati relativi al tipo di fonte, agli aspetti materiali del manoscritto, alla sua provenienza, alla bibliografia di riferimento. Dei primi è possibile eseguire una collazione completa, verso per verso fra due testimoni qualsiasi, dando evidenza alle varianti, ma anche ricavare una serie di informazioni analitiche, seguendo ad esempio le vicende di un verso o di un'intera scena contemporaneamente in tutte le fonti; costruendo un repertorio dei pezzi chiusi di tutti i testimoni, rappresentando in confronto sinottico tutte le scene dei testimoni e segnalando rimaneggiamenti, sostituzioni, spostamenti, omissioni; indicando i luoghi delle rappresentazioni e della loro frequenza nel tempo.

Un altro aspetto di sicuro interesse riguarda lo studio delle fonti iconografiche musicali (Wevers, 2020; Sabatelli et al., 2021).²⁵ Anche questo campo d'indagine è stato oggetto di numerosi progetti digitali, a partire dal [RIdIM – Répertoire International d'Iconographie Musicale](#). Una ricognizione complessiva può essere effettuata attraverso il sito web dello Study Group [Musical Iconography](#) della International Musicological Society, assai ricco di informazioni circa i più importanti esiti della ricerca. Tra questi, molti consistono in database che raccolgono testimonianze iconografiche relative a strumenti musicali o a prassi esecutive di epoche remote: tra questi, ad esempio, [Early Music Sources](#) o [Musiconis](#) trattano questioni relative al medioevo e alla prima età moderna.

4. Conclusioni

La rassegna sin qui proposta ha considerato i principali aspetti di merito e le eventuali criticità di alcuni progetti di digitalizzazione del patrimonio bibliografico musicale. Le problematiche evidenziate dimostrano la necessità di aggiornare o rielaborare molte biblioteche digitali esistenti e l'urgenza di adoperare un approccio più consapevole nella progettazione di quelle future. Ciò sarà possibile solo se gli specialisti potranno stabilire a priori le reali esigenze del fruitore, portando in questa direzione i finanziamenti e le direttive di lavoro, e saranno coinvolti attivamente nei processi di progettazione, realizzazione e monitoraggio nel tempo delle biblioteche musicali digitali.

È inoltre indispensabile che i vantaggi offerti dalla digitalizzazione non portino all'oblio i supporti materiali, impoverendo la qualità della ricerca e della performance musicale, e che siano accompagnati da paralleli progetti di stabilizzazione o di restauro del patrimonio. Occorre quindi riflettere sulla necessità di formare l'utenza e le nuove generazioni di studiosi alla maturazione di una profonda consapevolezza di tali aspetti, al fine di comprendere e sfruttare al meglio le potenzialità offerte dalla digitalizzazione, senza dimenticare il valore decisivo degli aspetti codicologici nella valutazione e nella fruizione del patrimonio.

L'auspicio è quello di una maggiore attenzione alle esigenze specifiche degli utenti, siano essi ricercatori o esecutori, affinché la digitalizzazione sia veramente un'occasione di arricchimento per tutti.

Note:

¹ Il presente contributo è frutto del lavoro congiunto dei due autori. In particolare, si attribuiscono a Nicola Badolato i paragrafi 1 e 3; a Federico Lanzellotti i paragrafi 2 e 4.

² Una panoramica significativa si può consultare nel sito della [University of Mariland, Digital Humanities Project in Music](#). Cfr. inoltre S. Schreibman, R. Siemens, J. Unsworth (Eds.), *A New Companion to Digital Humanities*, West Sussex, Wiley Blackwell, 2016.

³ Per un primo approccio alle problematiche relative alla digitalizzazione del patrimonio librario si vedano A. Campagnolo, *Book Conservation and Digitization: the Challenges of Dialogue and Collaboration*, Leeds, ARC Humanities Press, 2020; M.T. Biagetti, *Le biblioteche digitali. Tipologie, funzionalità e modelli di sviluppo*, Milano, FrancoAngeli, 2019; A. Salarelli, A. M. Tammaro, *La biblioteca digitale*, Milano, Bibliografica, 2000.

⁴ Sull'utilizzo di questi metodi d'indagine si vedano S. Fazioni *et al.*, *L'imaging multispettrale sui manoscritti. Casi di studio da Boccaccio a Carlo Levi*, «Umanistica digitale», XII, 2022, pp. 3-38, Doi: [10.6092/issn.2532-8816/14397](#); sull'applicazione della spettrofotometria e *digital imaging* a casi di studio musicali si veda O. Hahn *et al.*, *Characterization of iron-gall inks in historical manuscripts and music compositions using X-ray fluorescence spectrometry*, «X-Ray Spectrometry», XXXIII, 2004, pp. 234-239.

⁵ Cfr. M. Duchesneau, *Gallica: The Online Digital Library of the Bibliothèque nationale de France*, «Nineteenth-Century Music Review», XI, 2014, 2, pp. 337-347, Doi: [10.1017/S1479409814000287](#).

⁶ *Bach Digital: Obiettivi del progetto*.

⁷ Cfr. G. Poppe (Hrsg.), *Schranck No: II – Das erhaltene Instrumentalmusikrepertoire der Dresdner Hofkapelle aus den ersten beiden Dritteln des 18. Jahrhunderts*, Beeskow, Ortus Musikverlag, 2012.

⁸ È possibile consultare buona parte del sito in inglese, ma alcune informazioni sono disponibili solo in tedesco. Inoltre, talune schede non sono consultabili online, ma sono inserite in file scaricabili.

⁹ Le fonti bibliografiche musicali sono spesso fruite da musicisti che le consultano per progetti esecutivi, dunque necessitano di informazioni chiare, affidabili, disponibili in più lingue, che andrebbero preparate e integrate nelle piattaforme digitali fin dalle prime fasi ideative.

¹⁰ F. Lanzellotti, *Educare alla materialità*, «Il Saggiatore musicale», rubrica 'Gocce'.

¹¹ Vale la pena ricordare che collezioni musicali estensi rappresentano un fondo di capitale importanza per quanto riguarda alcuni repertori, ad esempio la musica italiana del Sei e del Settecento (in particolare per l'oratorio, l'opera e la musica strumentale) e vanta numerosi *unica*.

¹² EDL: [Presentazione](#).

¹³ P. Lodi, *Catalogo delle opere musicali – Città di Modena, Biblioteca Estense*, Parma, Officine Grafiche Fresching, 1923.

¹⁴ Cfr. A. Chiarelli, *I codici di musica della raccolta estense. Ricostruzione dall'inventario settecentesco*, Firenze, Olschki, 1987; A. Chiarelli, *Fonti e vita musicale estense tra corte, collezionismo e accademie: raccolta bibliografica e tradizione inventariale*, in M. Bini (a cura di), *Gli Estensi, parte II: La Corte di Modena*, Modena, Il Bulino, 1999, pp. 263-309.

¹⁵ Alcune attribuzioni sono discusse in F. Lanzellotti, «Norma a' più famosi compositori di sonate». *Le sonate per violino di Carlo Ambrogio Lonati*, dissertazione dottorale, Università di Bologna–Università Complutense di Madrid, 2022, vol. I, pp. 84-109.

¹⁶ Un progetto di *historical soundscape* in parte scaturito dalla digitalizzazione è discusso in S. Belotti, A. Fiore, *Merging Music and Landscape: un approccio digitale per lo studio dell'identità culturale della Modena estense*, «Magazén», I, 2020, 1, pp. 75-100.

¹⁷ Sull'opera si vedano R.M. McKee, *A Critical Edition of Carlo Pallavicino's "Il Vespasiano"*, diss. dottorale, Chapel Hill – The University of North Carolina, 1989; H. van der Linden, *Arie e cantanti tra continuità e cambiamenti. Pistocchi e la stagione 1693 del Teatro Tordinona*, in A.M. Goulet, J.M. Domínguez, É. Oriol (Eds.), *Spectacles et performances artistiques à Rome (1644-1740), une analyse historique à partir des archives familiales de l'aristocratie*, Roma, Publications de l'École française de Rome, 2021, pp. 383-404.

¹⁸ La terza partitura, relativa alla messinscena veneziana del 1680, è conservata alla Biblioteca Marciana di Venezia.

¹⁹ Il *Répertoire International des Sources Musicales* ([RISM](#)), oggi costituito da una grande banca-dati digitale, assegna a ciascun fondo e biblioteca del mondo contenente fonti musicali una sigla univoca.

²⁰ Cfr. G. Gaspari, *Catalogo della Biblioteca del Liceo Musicale di Bologna*, 4 voll., Bologna, Libreria Romagnoli dall'Acqua, 1890-1905 (nel dettaglio, I: *Teorica*, a cura di F. Parisini (1890); II: *Pratica* [musica religiosa], a cura di F. Parisini (1892); III: *Pratica* [raccolte di musica sacra; oratori; musica vocale profana; melodrammi], a cura di L. Torchi (1893); IV: *Pratica* [musica strumentale], a cura di R. Cadolini (1905). A questi si aggiunge un quinto volume *Libretti d'opera in musica*, a cura di U. Sesini, Bologna, Cooperativa tipografica Azzoguidi, 1943.

²¹ Cfr. *I libretti italiani a stampa dalle origini al 1800*, 7 voll., a cura di C. Sartori, Cuneo: Bertola & Locatelli, 1990-1994.

²² È assai cospicua la rete informativa tra biblioteche italiane e straniere costruita da *CoragoNet*. La lista delle istituzioni è consultabile nella pagina dedicata all'interno del portale. Cfr. anche A. Pompilio, [Archivi musicali in rete](#), «Quaderni Estensi», I, 2009, pp. 210-215; B. Cipollone, [La catalogazione dei libretti nel sistema "Il Corago"](#), «Quaderni Estensi», I, 2009, pp. 194-219. Si veda inoltre, per uno sguardo su un ulteriore progetto, I. Bartolini *et al.*, *MIMESIS: A Semantic-based Approach for Poetry*, in *Music Digital Libraries*, in: *Proceedings of the International Conference on Information Technologies for Performing Arts, Media Access and Entertainment (ECLAP 2012)*, Firenze, Firenze University Press, 2012, pp. 46-51.

²³ Cfr. A.L. Bellina, *La collezione Rolandi dei libretti d'opera*, in *La Fondazione Giorgio Cini. 50 anni di attività per la cultura, il dialogo e per Venezia*, a cura di U. Agnati, Milano, Electa, 2001, pp. 135-140.

²⁴ Cfr. A. L. Bellina, *Varianti all'opera*, «Schifanoia», XXXVIII/XXXIX, 2010, pp. 37-43.

²⁵ Tra gli studi più recenti cfr. M. Wevers, – T. Smits, *The Visual Digital Turn: Using Ural Networks to Study Historical Images*, «Digital Scholarship in the Humanities», XXXV, 2020, pp. 194-207; M. Sabatelli *et al.*, [Advances in Digital Music Iconography: Benchmarking the Detection of Musical Instruments in Unrestricted, Non-photorealistic Images from the Artistic Domain](#), «DHQ: Digital Humanities Quarterly», 15/1, 2021.

Bibliografia:

Agnati U. (a cura di), *La Fondazione Giorgio Cini. 50 anni di attività per la cultura, il dialogo e per Venezia*, Milano, Electa, 2001.

Bartolini I. *et al.*, *MIMESIS: A Semantic-based Approach for Poetry*, in *Music Digital Libraries*, in: *Proceedings of the International Conference on Information Technologies for Performing Arts, Media Access and Entertainment (ECLAP 2012)*, Firenze, Firenze University Press, 2012.

Bellina A.L., *Varianti all'opera*, «Schifanoia», XXXVIII/XXXIX, 2010.

Belotti S., Fiore A., *Merging Music and Landscape: un approccio digitale per lo studio dell'identità culturale della Modena estense*, «Magazén», I, 2020.

Biagetti M.T., *Le biblioteche digitali. Tipologie, funzionalità e modelli di sviluppo*, Milano, FrancoAngeli, 2019.

Bini M. (a cura di), *Gli Estensi, parte II: La Corte di Modena*, Modena, Il Bulino, 1999.

Campagnolo A., *Book Conservation and Digitization: the Challenges of Dialogue and Collaboration*, Leeds, ARC Humanities Press, 2020.

Chiarelli A., *I codici di musica della raccolta estense. Ricostruzione dall'inventario settecentesco*, Firenze, Olschki, 1987.

Duchesneau M., *Gallica: The Online Digital Library of the Bibliothèque nationale de France*, «Nineteenth-Century Music Review», XI, 2014, 2.

Fazioni S. *et al.*, *L'imaging multispettrale sui manoscritti. Casi di studio da Boccaccio a Carlo Levi*, «Umanistica digitale», XII, 2022.

Gaspari G., *Catalogo della Biblioteca del Liceo Musicale di Bologna*, 4 voll., Bologna, Libreria Romagnoli dall'Acqua, 1890-1905.

Goulet A.M., Domínguez J.M., Oriol É. (a cura di), *Spectacles et performances artistiques à Rome (1644-1740), une analyse historique à partir des archives familiales de l'aristocratie*, Roma, Publications de l'École française de Rome, 2021.

Hahn O. *et al.*, *Characterization of iron-gall inks in historical manuscripts and music compositions using X-ray fluorescence spectrometry*, «X-Ray Spectrometry», XXXIII, 2004.

Lanzellotti F., «Norma a' più famosi compositori di sonate». *Le sonate per violino di Carlo Ambrogio Lonati*, dissertazione dottorale, Università di Bologna–Università Complutense di Madrid, 2 voll., 2022.

Lodi P., *Catalogo delle opere musicali – Città di Modena, Biblioteca Estense*, Parma, Officine Grafiche Fresching, 1923.

McKee R.M., *A Critical Edition of Carlo Pallavicino's "Il Vespasiano"*, diss. dottorale, Chapel Hill – The University of North Carolina, 1989.

Poppe G. (Hrsg.), *Schranck No: II – Das erhaltene Instrumentalmusikrepertoire der Dresdner Hofkapelle aus den ersten beiden Dritteln des 18. Jahrhunderts*, Beeskow, Ortus Musikverlag, 2012.

Salarelli A., Tamaro A.M., *La biblioteca digitale*, Milano, Bibliografica, 2000.

Sartori C. (a cura di), *I libretti italiani a stampa dalle origini al 1800*, 7 voll., Cuneo: Bertola & Locatelli, 1990–1994.

Schreibman S., Siemens R., Unsworth J. (Eds.), *A New Companion to Digital Humanities*, West Sussex, Wiley Blackwell, 2016.

Wevers M., – Smits T., *The Visual Digital Turn: Using Ural Networks to Study Historical Images*, «Digital Scholarship in the Humanities», XXXV, 2020.

Verso un Centro di Competenza Europeo per la Conservazione del Patrimonio Culturale: il Progetto 4CH

Andrea Boeri, Danila Longo, Serena Orlandi, Marco Pretelli,
Rossella Roversi, Beatrice Turillazzi

Abstract

Fifty years after its signing, the commitment to protect and safeguard the Cultural and Natural Heritage signed in 1972 with the UNESCO Convention in Paris is confirmed as a collective effort in which the international community has a duty to participate, in response to the transformations and global challenges affecting historic monuments and sites. This is a complex and constantly evolving framework, with respect to which digitization and ICT infrastructures can provide valid support for the conservation, preservation and valorisation of cultural heritage resources, with a view to their transmission to future generations.

In order to open the reflection on the necessary policies, skills, approaches and strategies, a significant contribution is represented by the activities of the Horizon 2020 project "4CH - Competence Center for the Conservation of Cultural Heritage", aimed at creating the methodological, procedural and organizational framework of a European Competence Center which will provide support, knowledge and services on digitization and cutting-edge integrated technologies applied to Cultural Heritage.

L'impegno per la protezione e la salvaguardia del Patrimonio Culturale e Naturale sottoscritto nel 1972 con la Convenzione UNESCO di Parigi si conferma, a cinquant'anni dalla sua firma, come sforzo collettivo cui la comunità internazionale ha il dovere di partecipare, in risposta alle trasformazioni e alle sfide globali che interessano monumenti e siti storici. Un quadro complesso e in costante evoluzione, rispetto al quale digitalizzazione e infrastrutture ICT possono fornire un valido supporto per la conservazione, la preservazione e la valorizzazione delle risorse, in vista della loro trasmissione alle generazioni future.

Per aprire la riflessione su politiche, competenze, approcci e strategie necessarie, un contributo rilevante è rappresentato dalle attività del progetto Horizon 2020 "4CH - Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage", volto alla creazione del quadro metodologico, procedurale e organizzativo di un Centro Europeo di Competenza che fornirà supporto, conoscenze e servizi su digitalizzazione e tecnologie integrate all'avanguardia applicate ai Beni Culturali.

Parole chiave: Centri di Competenza; conservazione del patrimonio culturale; digitalizzazione; progetto 4CH; UNESCO 1972.

Andrea Boeri: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ andrea.boeri@unibo.it

1. Introduzione

Protezione, conservazione, valorizzazione e trasmissione attiva alle generazioni future del Patrimonio Culturale e Naturale – così come sancito dalla convenzione UNESCO del 1972 – definiscono un obbligo e uno sforzo collettivo cui ciascuno stato si impegna a cooperare, agendo direttamente e con il supporto della comunità internazionale.¹ L'impegno di istituire sul territorio servizi volti al perseguimento di tali obiettivi, dotati di personale appropriato e provvisto dei mezzi necessari per adempiere ai compiti che gli corrispondono, lo sviluppo di centri nazionali o regionali di formazione, oltre alla promozione della ricerca scientifica in questo campo,² implica conoscenze e approcci interdisciplinari, politiche, programmi e strategie, tecnologie e tecniche, competenze e abilità, sistemi di finanziamento, standard e regolamenti. Se da un lato, a cinquant'anni di distanza, l'obiettivo della Convenzione di proteggere i beni culturali e naturali ricevuti in eredità dal passato permane come attuale, dall'altro le esigenze, le problematiche, i rischi che interessano il patrimonio presentano un grado di complessità crescente e in costante mutamento.

La digitalizzazione e le infrastrutture ICT rappresentano un supporto cruciale per gestire tale condizione complessa, fornendo strumenti per la conservazione e la preservazione a lungo termine delle risorse, la prevenzione dei rischi, la promozione dell'accessibilità da parte del maggior numero possibile di utenti, e lo sviluppo del potenziale d'uso in molteplici ambiti di azione che includono la ricerca, il restauro, l'educazione, il turismo, lo sviluppo economico e sociale. Possono inoltre rappresentare un medium fondamentale per la trasmissione e la valorizzazione delle componenti immateriali, espressioni dell'ambiente culturale e sociale, non meno delle loro manifestazioni fisiche.

A livello Europeo, la trasformazione digitale nell'ambito del patrimonio culturale è una sfida affrontata da numerosi programmi e documenti di indirizzo³ che definiscono il quadro di impegno degli stati membri in favore della digitalizzazione, dell'accesso online al materiale culturale e della conservazione digitale delle risorse, attraverso l'utilizzo delle migliori tecnologie all'avanguardia per potenziarne la conoscenza e la visibilità, formare le necessarie competenze, favorire l'impegno dei cittadini, sostenere e promuovere la collaborazione con altri settori ad esempio l'educazione, il turismo sostenibile e le industrie culturali e creative. In particolare, l'obiettivo di accelerare il processo di digitalizzazione di monumenti e siti a rischio entro il 2030, è sostenuto dalla creazione di un comune *data space* Europeo:⁴ una piattaforma in grado di abilitare l'accesso, condivisione, il riuso e la preservazione di dati e risorse digitali di alto valore, la cui implementazione sarà monitorata da una commissione di esperti rappresentativa di tutti gli stati membri.⁵

Tra le azioni che hanno preceduto tali recenti iniziative, promosse e finanziate dal programma Horizon 2020 "SOCIAL CHALLENGES 2014-2020 – Europe In A Changing World – Inclusive, Innovative And Reflective Societies",⁶ c'è l'istituzione di un "Centro di Competenza" finalizzato alla preservazione e conservazione del patrimonio culturale europeo. Tramite l'utilizzo e la promozione delle tecnologie 3D ed ICT più all'avanguardia, il Centro di Competenza potrà contribuire all'aumento del numero e della qualità dei monumenti e documenti digitalizzati, così da favorirne un miglior utilizzo, condivisione e riuso, oltre che rafforzare il coordinamento tra i diversi attori del settore e migliorare le competenze dei potenziali utenti.

2. Il Progetto 4CH

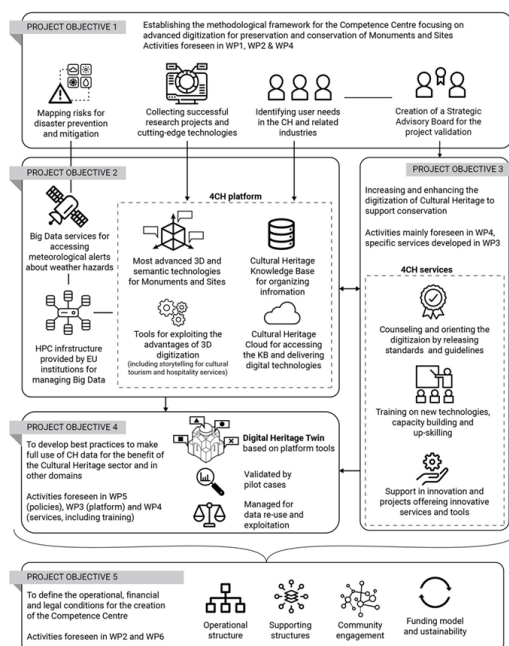
2.1 Obiettivi

Sulla base di queste premesse, “[4CH - Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage](#)” (GA 101004468), di durata triennale ed avviatosi nel gennaio 2021, è il progetto finanziato per la definizione del quadro metodologico, procedurale e organizzativo del “Centro Europeo di Competenza per la salvaguardia e la conservazione di Monumenti e Siti”, così come richiesto dal bando (https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_DT-TRANSFORMATIONS-20-2020/it).

Oltre alla progettazione del Centro di Competenza (CC), la missione di 4CH copre aspetti complementari, quali: mappare pratiche virtuose, passate ed in corso di sperimentazione ai fini della conservazione, tutela e valorizzazione del patrimonio culturale; rendere il CC un nodo di indirizzo e riferimento per il networking transnazionale e interdisciplinare per la rete di istituzioni culturali – nazionali, regionali e locali – e dei professionisti, fornendo loro supporto, conoscenze e servizi su digitalizzazione e tecnologie integrate, soluzioni ICT e modellazione 3D, scienze del patrimonio, opportunità di finanziamento, piani di formazione per professionisti e manager, buone pratiche a livello europeo.

Tra gli obiettivi del progetto è prevista inoltre la creazione di uno spazio digitale collaborativo aperto alle istituzioni e agli attori che operano nel campo del Patrimonio Culturale, il *Cultural Heritage Cloud*, che consentirà di accedere a *repository* di dati, metadati, standard e linee guida per la loro acquisizione, gestione e conservazione, a un inventario di software e strumenti nonché ad un catalogo di risorse funzionali a ricerche e interventi sui Beni Culturali (la 4CH Knowledge Base).

Fig. 1 – Mappa degli obiettivi e delle azioni di 4CH (crediti: 4CH)



2.2 Le competenze di 4CH

Per affrontare le complessità di tali sfide, la formazione del raggruppamento di partner di progetto ha rappresentato un aspetto fondamentale. Il Consorzio 4CH, coordinato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, comprende 19 partner riconducibili a 10 enti di ricerca e formazione, 4 piccole e medie imprese (PMI), 1 grande azienda dal mondo industriale, 2 associazioni di comunità e agenzie governative responsabili del patrimonio culturale.

Oltre ai diversi ambiti nei quali i soggetti coinvolti operano e hanno maturato una pluriennale esperienza, il consorzio rappresenta identità, culture, pratiche e quadri normativi di 12 paesi membri dell'Unione Europea (Italia, Belgio, Spagna, Svizzera, Paesi Bassi, Bulgaria, Grecia, Cipro, Portogallo, Irlanda, Romania e Francia), e copre competenze necessarie e complementari che includono esperienze su modellazione 3D e procedure connesse, scienza del patrimonio, semantica, gestione dei dati, politiche e standard, produzione di contenuti digitali, comunicazione e disseminazione.

Fig. 2 – Quadro delle competenze dei partner 4CH coinvolti nella mappatura

| Expertise | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|------------------------|-------------|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|------------|--------|-----------|--|--|--|--|
| | Digitization & standards | Modelling & HBIM | Workflow | Visualisation | Data storage & management | 3D | Heritage Science data | Semantics | Data management | History & Geography | Creativity | Policy | Community | | | | |
| | Conservation and restoration | Ontologies & standards | Aggregation | CH cloud | Big data for CH | Historical & Location data | Storytelling | Policies & standards | Community dissemination | | | | | | | | |

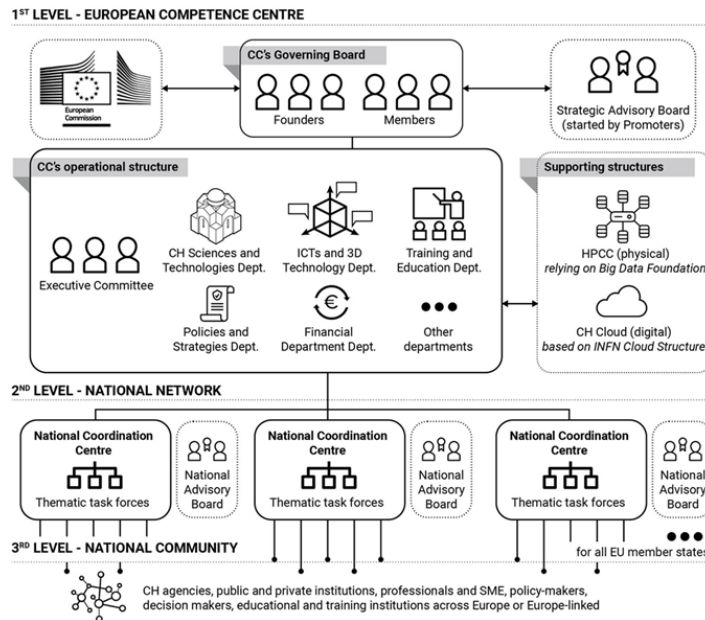
(Crediti: UNIBO)

2.3 La struttura del futuro CC 4CH

L'infrastruttura di 4CH è definita da un *hub* centrale, il Centro di Competenza Europeo (primo livello), che lavorerà in sinergia con una rete di centri di competenza nazionali (secondo livello), in grado di adattarsi alle specifiche condizioni legali, amministrative, finanziarie e gestionali dei singoli stati rappresentati, e con le comunità nazionali di attori (terzo livello) che operano nel settore del Patrimonio Culturale – un ecosistema definito da enti, associazioni, piccole e medie imprese, industrie culturali e creative, strutture che erogano servizi nell'ambito della formazione, del turismo, ecc. [Fig. 3].

L'ecosistema 4CH, seppur primariamente incentrato a livello europeo, si propone di coinvolgere le principali istituzioni riconosciute a livello mondiale come UNESCO, ICOMOS, DOCOMOMO, in quanto riferimenti trasversali rispetto a tendenze, missioni e sfide legate al Patrimonio Culturale globale, le quali contribuiranno a definire gli orientamenti strategici del Centro di Competenza.

Fig. 3 – Mappa concettuale dei principali organi di governo e delle unità centrali e locali, operanti all'interno e all'esterno del Centro di Competenza

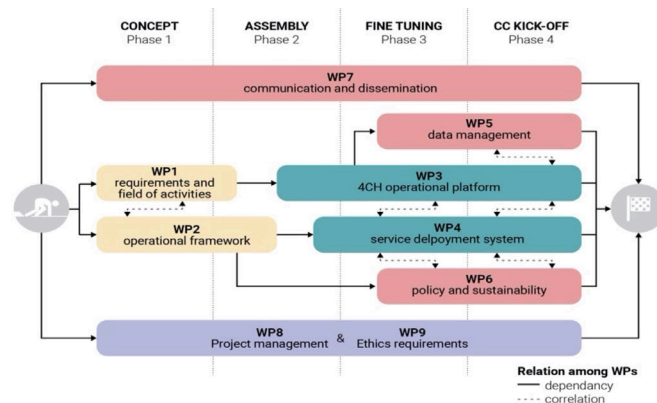


(Crediti: 4 CH)

2.4 L'approccio 4CH alla progettazione

L'approccio metodologico che guida il percorso di preparazione del CC è descritto da una serie di attività - suddivise in nove "pacchetti di lavoro" (WP - che rispondono in maniera trasversale e coordinata a quattro fasi di implementazione: ideazione, assemblaggio, messa a punto e, infine, avvio.

Fig. 4 – Diagramma delle fasi di progetto e delle relazioni tra le diverse attività di lavoro (WP: *Work Package*)



(Crediti: 4CH)

La prima fase (*concept*) – sviluppata durante il primo anno di progetto – ha riguardato l’analisi e la definizione dei requisiti e dei campi di azione del futuro CC⁷ in vista della determinazione del quadro operativo per la fornitura dei servizi offerti. La ricerca ha documentato esperienze, tecnologie e pratiche virtuose finalizzate alla conservazione, al restauro e alla valorizzazione di monumenti e siti storici a livello Europeo ma non solo, con un focus particolare su digitalizzazione e modellazione 3D.⁸ Altri ambiti di indagine sono stati la mappatura dei rischi che possono danneggiare i beni culturali e l’identificazione dei potenziali utenti (istituzioni, decisori politici, operatori, professionisti, ricercatori, associazioni, cittadini, etc.) e delle loro specifiche necessità.⁹

La fase di “assemblaggio” (*assembly*) ha avviato la definizione della struttura operativa, del quadro metodologico, procedurale ed organizzativo del CC attraverso la raccolta delle informazioni e la creazione di una piattaforma digitale per la gestione dei servizi,¹⁰ che integri le migliori tecnologie esistenti per la gestione dei modelli 3D,¹¹ lavorando in parallelo sulla costruzione delle “competenze” che il centro dovrà fornire sul processo di digitalizzazione, attraverso protocolli, linee guida e standard sulle diverse fasi di acquisizione dei dati, elaborazione, gestione, archiviazione, accesso e utilizzo.¹²

La fase di “messa a punto” (*fine-tuning*) è dedicata alla definizione della struttura legale e di governance, del piano di sostenibilità finanziaria, oltre che delle procedure di accesso ai servizi digitali, di consulenza e formazione.¹³ Entro la fine del terzo anno, la fase di “kick-off” (avvio) ha riguardato l’integrazione finale degli strumenti operativi (piattaforma 4CH), la sperimentazione e messa a punti delle procedure e delle linee guida per la creazione, la gestione e l’uso dei dati digitali su alcuni casi pilota, così da valutarne l’efficacia.

4CH prospetta che nel 2024, il Centro europeo di Competenza possa essere costituito, sia entrato in funzione e siano stati sviluppati alcuni nodi di coordinamento o “touch-point” a livello nazionale.

3. Centri di competenza, conoscenza e altre entità rilevanti: un quadro di riferimento

Per poter strutturare il CC, il progetto 4CH, nella sua prima fase, ha svolto un’indagine sui Centri di Competenza/Conoscenza esistenti e su altre entità simili considerate potenziali modelli, con l’obiettivo di raccogliere feedback degli utenti e insegnamenti utili per delineare l’organizzazione, la governance, il tipo di finanziamento, il piano di gestione, la tipologia di servizi e altri aspetti correlati al funzionamento dei centri di competenza e del loro ruolo. Un’attività avviata a partire da una riflessione sul significato stesso della struttura oggetto di definizione.

3.1 Che cos’è un Centro di Competenza

Il termine "Centro di Competenza" ha usi e accezioni piuttosto diverse a seconda del contesto di riferimento. Nel portale della Commissione Europea sono fornite le definizioni di “Competence Centre” (CC) e “Knowledge Centre” (KC).¹⁴

I CCs «sono incentrati su strumenti analitici (*tools*) che possono essere applicati a qualsiasi settore politico e tematico. Essi offrono corsi di formazione sull’uso degli strumenti utili alla elaborazione delle politiche, consigliano sulla scelta degli strumenti più adatti e lavorano direttamente con i Direttorati Generali della Commissione per fornire loro consulenza

sull'applicazione degli strumenti». Secondo questa definizione, i CC sembrano delinearsi come strutture più orientate agli strumenti che agli ambiti (ad esempio, un motore di ricerca o un database potrebbero essere dedicati a diversi settori, dalla zoologia alla astronomia).

I KCs sono definiti come “entità virtuali” che riuniscono esperti e conoscenze, dall'interno e dall'esterno della Commissione Europea. Il loro compito è quello di informare i responsabili politici in modo trasparente e chiaro sullo stato dell'arte e sui risultati dei progressi scientifici di un centro ambito disciplinare o tematico. Sono progettati come punti di riferimento, “sportelli unici” per ciascuna rispettiva area.

Il futuro CC sul Patrimonio Culturale sembra quindi configurarsi come una soluzione ibrida tra i due modelli esistenti, fornendo formazione, consulenza e collaborazione (come da definizione di CC di cui sopra) e, allo stesso tempo, fungere da sportello unico dedicato alle tecnologie ICT applicate ai beni culturali (come i KC).

Al di fuori della definizione fornita della Commissione Europea, il termine CC richiama quello di Polo di Innovazione, legato al mondo della produzione e del business, assumendo un diverso significato a seconda dell'area geografica, dell'ambito o del contesto socioeconomico. Ad esempio, in Italia i Centri di Competenza Nazionali sono regolati da un decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 2018 che ne ha fissato le regole, definendoli come soggetto intermedio tra il mondo della ricerca e delle imprese, rispetto alle quali rappresentano un «supporto strategico nell'affrontare le sfide poste dalla rivoluzione industriale 4.0».¹⁵

In considerazione di tale quadro di riferimento, il progetto 4CH è chiamato a definire e sviluppare la propria formula di Centro di Competenza Europeo (ambito) per la Conservazione (focus) del Patrimonio Culturale (campo di applicazione): una infrastruttura dedicata all'organizzazione e al trasferimento della conoscenza, associata all'eccellenza, alla formazione, all'interdisciplinarietà, alla standardizzazione e all'adozione di un approccio collaborativo tra diverse istituzioni.

Il futuro CC promuoverà l'uso di tecnologie integrate d'avanguardia, sia puramente digitali come la modellazione 3D, che derivate dalle scienze del patrimonio, sulla base delle migliori pratiche europee; favorirà la collaborazione tra le istituzioni del patrimonio e i responsabili politici, i ricercatori e i professionisti; darà accesso a strumenti per la formazione e lo sviluppo delle competenze, sostenendo il trasferimento delle conoscenze attraverso la base di conoscenze che andrà progressivamente a creare.

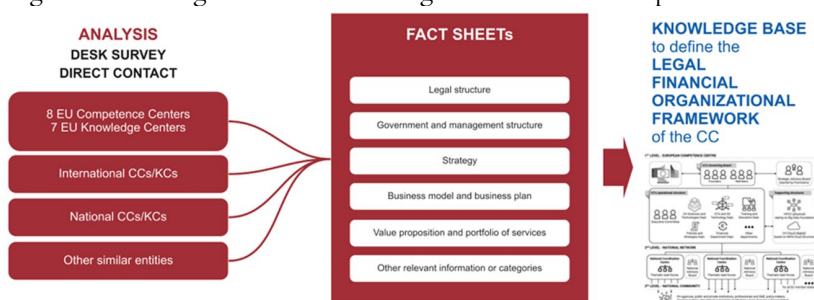
3.2 Metodologia, obiettivi e risultati della mappatura

La prima fase di progetto (cfr. Fig. 4) si è concentrata sull'analisi dei requisiti e dell'ambito di azione per il Centro di Competenza, al fine di definire l'offerta di servizi e di conseguenza, la struttura operativa per la loro fornitura e gestione,¹⁶ con l'obiettivo di sfruttare soluzioni ICT all'avanguardia incentrate sul 3D, e di utilizzare procedure standard e strumenti digitali per far interagire le istituzioni europee sul Patrimonio Culturale come una rete interdisciplinare di conoscenze.

La base di conoscenza necessaria per definire il quadro legale, finanziario e organizzativo del CC sul patrimonio culturale, è stata costruita in primo luogo attraverso l'analisi della struttura e dell'organizzazione dei CC europei e altre istituzioni assimilabili.

L'indagine è iniziata con la definizione dell'approccio metodologico, fondato sulla ricerca dei documenti ufficiali, disponibili pubblicamente, e su informazioni raccolte attraverso contatti diretti. Per la sistematizzazione e la raccolta dei dati sono stati definiti alcuni strumenti di lavoro progettati ad hoc [Fig. 5]: una matrice per la lista dei centri/istituzioni da analizzare; linee guida per la selezione dei centri; un modello di schedatura in cui riportare e descrivere tutti gli aspetti rilevanti (strutture legali, governance, gestione, strategie, modelli e piani di business, servizi, etc.); un questionario per supportare la raccolta delle informazioni non disponibili tramite l'indagine *desk*, e un modulo di consenso informato per i rispondenti.

Fig. 5 – Metodologia e strumenti di indagine sui Centri di Competenza e entità assimilabili



(Crediti: UNIBO)

La ricerca ha interessato una selezione di 51 centri e istituzioni operanti a livello nazionale, europeo ed extraeuropeo in diversi ambiti e riconducibili a CC, KC e altre entità assimilabili.¹⁷

Considerando il numero di variabili mappate, i centri sono stati suddivisi in macro-famiglie così da rendere più efficace la lettura comparativa, come riportato di seguito:

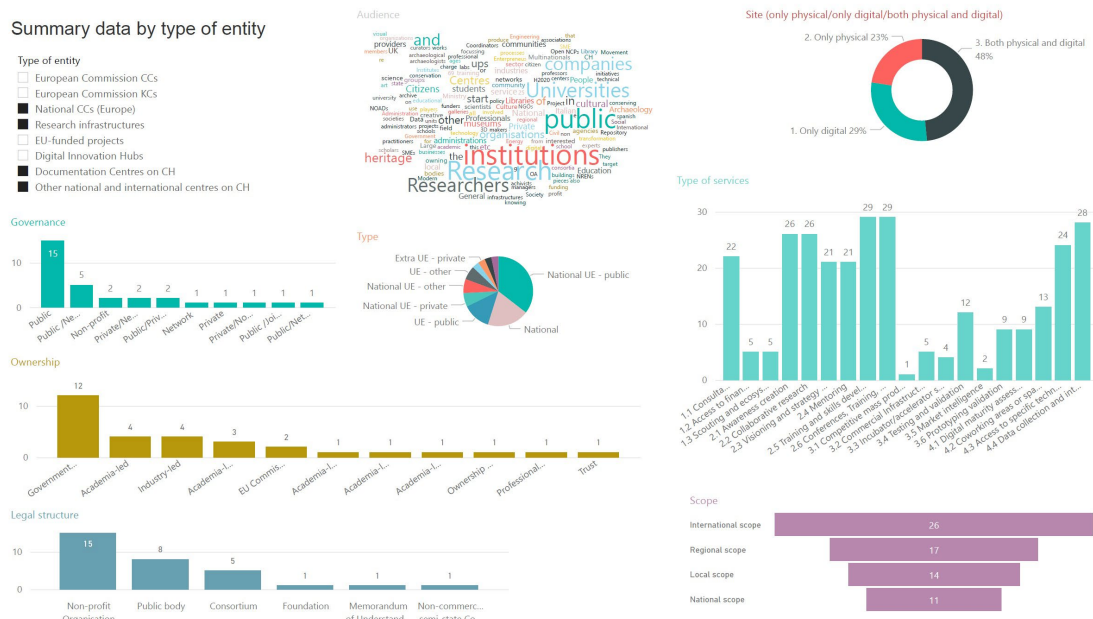
- Competence Centres e Knowledge Centres della Commissione Europea (già parzialmente considerati nell'analisi iniziale riportata nella proposta di progetto);¹⁸
- altre strutture e *cluster*, potenzialmente rilevanti: CC nazionali (Europa), infrastrutture di ricerca, progetti finanziati dall'Unione Europea (UE) per la creazione di Centri di competenza, Digital Innovation Hub, Centri di documentazione sul Patrimonio Culturale (biblioteche e aggregatori digitali; *expert-hub* di riferimento per reti di valorizzazione del patrimonio culturale digitale; banche dati, inventari e depositi digitali; istituti nazionali di catalogazione e documentazione) e ulteriori centri nazionali e internazionali (istituti pubblici nazionali che operano nel campo del restauro, della conservazione e della promozione del Patrimonio; altri centri e dipartimenti di ricerca nazionali con focus su particolari tipi di patrimonio; centri di ricerca e documentazione internazionali).

Ogni centro è stato analizzato singolarmente e per ogni macro-famiglia sono stati messi in evidenza gli aspetti rilevanti per la definizione del futuro CC. Tali informazioni includono: settori e focus tematici principali (Patrimonio culturale, Cybersecurity, Bioeconomia, ecc.); tipo di entità (UE-pubblica, UE-pubblica nazionale, UE-mista pubblica/privata, nazionale, internazionale, ecc.); paese di riferimento e anno di fondazione; ambito di intervento (internazionale, regionale, nazionale, locale); missione e strategia; partenariati e collaborazioni; sede/sito (solo digitale, solo fisico, sia fisico che digitale); utenti di riferimento

(audience); governance; proprietà; struttura legale; piano finanziario; tipo di servizi offerti e attività svolte.

Le informazioni raccolte attraverso le schedature sono state successivamente confrontate in maniera trasversale tra tutti gli enti considerati o per macro-famiglie, restituendo un quadro complessivo dei diversi aspetti mappati (tipologia, procedure, organizzazione, servizi, utenti, ecc.). Per la restituzione dei risultati, i dati sono stati rielaborati attraverso uno strumento di *Business Intelligence* (PowerBI¹⁹) che abilita la visualizzazione e la comparazione di un grande volume di dati. Il software, attraverso filtri e sistemi di segmentazione, permette di "giocare con i dati", restituendo diagrammi ed immagini dinamiche che hanno facilitato l'attività di comparazione, interpretazione e stesura delle conclusioni di analisi.

Fig. 6 – Visualizzazione di sintesi dei dati esemplificativa, riferita a centri nazionali, infrastrutture di ricerca, centri di documentazione e altri centri nazionali e internazionale sul Patrimonio Culturale, riferita a: Tipo (se pubblico, privato o altro); Sito (se fisico, digitale o entrambi); Utenti di riferimento; Modelli di governance, proprietà e struttura legale; Ambito di applicazione (se locale, regionale, nazionale o internazionale); Tipo di servizi forniti



Lo studio e la raccolta di informazioni su istituti assimilabili a centri di competenza sono stati integrati da un contributo critico, che evidenzia potenziali collegamenti, servizi e attività considerati particolarmente rilevanti per la progettazione, l'implementazione e la sostenibilità a lungo termine del futuro CC sul PC.

Gli esiti di ricerca descrivono alcuni tratti comuni e prevalenti tra i centri considerati. La maggior parte di essi sono entità esclusivamente digitali che operano con un raggio d'azione multiscalaro (da quello internazionale a quello locale), riconducibili a soggetti di natura pubblica, gestiti a livello europeo e di proprietà della Commissione Europea. I modelli

economici si fondano perlopiù su finanziamenti pubblici e misti privato/pubblico. I servizi forniti includono consulenza e orientamento, formazione, attività di divulgazione (conferenze, *webinar*, eventi, pubblicazioni, ecc.), raccolta e gestione di dati e collezioni digitali di vario tipo, rivolgendosi ad un ampio ecosistema di *stakeholder* (istituzioni pubbliche, ricercatori e centri di ricerca, decisori politici, università, ma anche aziende, agenzie, industrie, associazioni, professionisti e cittadini).

Il quadro risultante dal panorama complessivo descrive in modo sintetico e omogeneo situazioni, esperienze e spunti utili per la progettazione del futuro CC sul Patrimonio Culturale, chiarendo tuttavia che 4CH non potrà seguire l'applicazione dei modelli esistenti, in quanto nessuno dei centri analizzati trova piena corrispondenza con i suoi obiettivi.

4CH dovrà configurarsi come una combinazione di caratteristiche, servizi e attività ispirate a quelle svolte da tali istituzioni integrandone di nuove, così da soddisfare e rispondere a missione, campo di applicazione e impatti attesi, oltre che alla sostenibilità a lungo termine del Centro di Competenza.

4. Conclusioni

A cinquant'anni dalla firma della Convenzione UNESCO del 1972, l'importanza di collaborare all'obiettivo comune di protezione dei beni culturali e naturali si riafferma come attuale ed urgente, anche in considerazione delle sfide globali che impattano sul patrimonio da salvaguardare e da tramandare alle generazioni future.

Un supporto strategico e innovativo nell'affrontare tale condizione complessa può essere fornito da tecnologie e competenze digitali, in linea con quanto raccomandato dall'Unione Europea sull'accelerazione dei processi di digitalizzazione avanzata di monumenti e siti a rischio.²⁰ Un obiettivo che implica uno sforzo collettivo, il supporto e la collaborazione delle istituzioni e degli operatori che realizzano progetti di digitalizzazione, nell'identificare e implementare strategie e metodologie efficaci e condivise. Tale impegno, in termini operativi, può tradursi: nella raccolta e condivisione di conoscenze sulla digitalizzazione, ad esempio attraverso la costruzione di un archivio dinamico – capace quindi di rispondere alle condizioni di costante e rapida evoluzione del settore – sulle nuove tecnologie 3D e ICT; nello sviluppo di linee guida e procedure per implementare gli standard e i protocolli necessari per produrre una ricca documentazione 3D di monumenti e siti, e per sostenere il concetto di *Heritage Digital Twin*, ovvero il gemello digitale di un monumento o un sito; nella definizione di criteri per validare le risorse digitali esistenti, per il loro adattamento e riutilizzo; nella promozione dell'istruzione e della formazione su procedure, tecnologie e strumenti di digitalizzazione di supporto a tutti i soggetti coinvolti ai vari livelli.

Il ruolo chiave che le nuove tecnologie digitali possono rivestire nelle pratiche di documentazione, tutela e intervento sui beni del patrimonio culturale, definisce, di fatto, il pilastro su cui si basa la proposta del progetto 4CH. Il Centro di Competenza per la Conservazione del Patrimonio Culturale risponde a tale istanza promuovendo un approccio interdisciplinare e olistico all'applicazione delle tecnologie digitali per l'analisi, la documentazione, la catalogazione, la valorizzazione e la tutela del patrimonio, a supporto dell'attuazione di iniziative che, come auspicato dalle recenti politiche europee, aumentino rapidamente il numero, la disponibilità e la qualità delle risorse digitalizzate.

Oltre ai risultati raggiunti dal progetto e alle diverse iniziative di disseminazione e condivisione della conoscenza, 4CH ha mostrato il potenziale contributo (e ruolo) del futuro CC attraverso l'iniziativa "[SUM - Save the Ukraine Monuments](#)", lanciata a marzo 2022. In accordo con il principio di cooperazione e assistenza internazionale per la salvaguardia del patrimonio globale introdotto dalla Convenzione UNESCO del 1972, il consorzio sta lavorando in sinergia una rete di istituzioni e organizzazioni culturali europee per raccogliere la documentazione digitale del Patrimonio Culturale ucraino: immagini, modelli 3D, documenti e risorse di altro tipo sono stati duplicati e temporaneamente trasferiti in maniera sicura su server dell'Unione Europea, così da preservare la memoria e supportare futuri ripristini in caso di danneggiamenti causati dalle azioni belliche.

Riconoscimenti

Il progetto di ricerca "[4CH-Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage](#)", cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma Quadro HORIZON 2020 (G.A. n. 101004468, 1 gennaio 2021 – 31 dicembre 2024), è sviluppato da un Consorzio di 19 partners provenienti da 12 paesi europei sotto la guida di INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare).

Note:

¹ Unesco, *Convenzione riguardante la protezione sul piano mondiale del patrimonio culturale e naturale*, Parigi 1972, Art. 4.

² Ivi, Art. 5.

³ European Commission, [Commission Recommendation of 27 October 2011 on the digitisation and online accessibility of cultural material and digital preservation](#), 2011.

Digibyte, [EU Member States sign up to cooperate on digitising cultural heritage](#), 2019.

European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, [European framework for action on cultural heritage](#), Publications Office, 2019.

European Commission, [Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A European strategy for data](#), 2020.

European Parliament and the Council of the European Union, [Regulation \(EU\) 2021/694 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2021 establishing the Digital Europe Programme and repealing Decision \(EU\) 2015/2240](#), 2021.

European Commission, [A European Strategy for data](#), 2022.

⁴ Digibyte, [Commission proposes a common European data space for cultural heritage](#), 2021.

⁵ Register of Commission Expert Groups and Other Similar Entities, [Commission Expert Group on the common European Data Space for Cultural Heritage \(E03800\)](#), 2021.

⁶ European Competence Centre for the preservation and conservation of Monuments and Site, https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_DT-TRANSFORMATIONS-20-2020.

⁷ D. Longo et al., *D2.1 Report on CCs analysis*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7489224](https://doi.org/10.5281/zenodo.7489224).

⁸ D. Cortis, *D 1.1 Initial survey of the experiences and technology state of the art*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7488357](https://doi.org/10.5281/zenodo.7488357).

⁹ D. Cortis, *D1.2 Initial report on user needs*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7488371](https://doi.org/10.5281/zenodo.7488371).

¹⁰ M. Medici, A. Costantini, F. Niccolucci, *D3.1 Design of the CH Cloud and 4CH platform (1.0)*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7701438](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701438).

¹¹ M. Medici, *D3.2 Integration of the INCEPTION 3D and H-BIM technologies (1.0)*, 2023, Doi: [10.5281/zenodo.7701523](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701523).

¹² M. Medici, K. Fernie, *D4.1 Report on standards, procedures and protocols (1.0)*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7701529](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701529).

¹³ Orlandi S. et al., [Deliverable 4.2 Report on service deployment and training](#), 2023, Doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7898350>.

Altri report di progetto, relativi a tali aspetti e consegnati a dicembre 2023, saranno resi disponibili nella sezione «Deliverables» del sito web 4CH.

¹⁴ EU SCIENCE HUB, [Knowledge & Competence centres](#).

¹⁵ Ministero dello Sviluppo Economico. Direzione Generale per la Politica Industriale, la Competitività e le Piccole e Medie Imprese, [Decreto direttoriale 29 gennaio 2018 – Centri di competenza alta specializzazione](#).

¹⁶ WP1 – *Definition of 4CH requirements and the field of activities of the future Competence Centre* e WP2 – *Definition of the 4CH operational framework*.

¹⁷ D. Longo et al., *D2.1 Report on CCs analysis...cit.*

¹⁸ Commissione Europea, [Supporting policy with scientific evidence](#).

¹⁹ Software [Microsoft PowerBI](#).

²⁰ European Commission, [Communication from the commission...cit.](#)

Bibliografia:

Cortis D., *D 1.1 Initial survey of the experiences and technology state of the art*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7488357](https://doi.org/10.5281/zenodo.7488357).

- Cortis D., *D1.2 Initial report on user needs*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7488371](https://doi.org/10.5281/zenodo.7488371).
- Digibyte, [Commission proposes a common European data space for cultural heritage](#), 2021.
- Digibyte, [EU Member States sign up to cooperate on digitising cultural heritage](#), 2019.
- European Commission, [A European Strategy for data](#), 2022.
- European Commission, [Commission Recommendation of 27 October 2011 on the digitisation and online accessibility of cultural material and digital preservation](#), 2011.
- European Commission, [Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A European strategy for data](#), 2020.
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, [European framework for action on cultural heritage](#), Publications Office, 2019.
- European Parliament and the Council of the European Union, [Regulation \(EU\) 2021/694 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2021 establishing the Digital Europe Programme and repealing Decision \(EU\) 2015/2240](#), 2021.
- Europeana, [Strategy 2020-2025, Empowering Digital Change](#), 2020.
- Favaretto G. et al., *Il Progetto 4CH per un Centro di Competenza per la Conservazione del Patrimonio Culturale: nuove tecnologie a supporto della tutela*, «Restauro archeologico», vol. 30, 1, special issue, 2022, pp. 274-281, Doi: [10.36253/rar-14320](https://doi.org/10.36253/rar-14320).
- Longo D. et al., *D2.1 Report on CCs analysis*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7489224](https://doi.org/10.5281/zenodo.7489224).
- Maietti F. et al., [Un Competence Centre europeo per la conservazione del patrimonio](#), «Paesaggio Urbano», 2, 2021, pp. 91-99.
- Medici M., Costantini A., Niccolucci F., *D3.1 Design of the CH Cloud and 4CH platform (1.0)*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7701438](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701438).
- Medici M., *D3.2 Integration of the INCEPTION 3D and H-BIM technologies (1.0)*, 2023, Doi: [10.5281/zenodo.7701523](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701523).
- Medici M., Fernie K., *D4.1 Report on standards, procedures and protocols (1.0)*, 2022, Doi: [10.5281/zenodo.7701529](https://doi.org/10.5281/zenodo.7701529).
- Register of Commission Expert Groups and Other Similar Entities, [Commission Expert Group on the common European Data Space for Cultural Heritage \(E03800\)](#), 2021.
- UNESCO, [Convenzione riguardante la protezione sul piano mondiale del patrimonio culturale e naturale](#), Parigi 16.11.1972.

Strumenti di digitalizzazione al servizio della valorizzazione: il progetto per il Museo Nazionale di Ravenna

Federica Collina, Simone Zambruno, Hubert Gamba, Alessandro Iannucci

Abstract

A case study is proposed here for the enhancement of museum collections through the development of a communication system with a strong engagement character based on rigorous scientific content. The presented case concerns the collaboration between the FrameLAB - Multimedia & Digital Storytelling of the Department of Cultural Heritage (UNIBO) and the National Museum of Ravenna: the common goal is the implementation of best practices of collaboration between universities and museum institutions for the digitization of museum collections and the realization of a "granular system of multimedia compendia." The multimedia products resulting from the collaboration are indeed scalable and applicable to similar realities, sustainable, and able to integrate the needs of museum communication with those of research.

Si propone qui un caso di studio per la valorizzazione delle collezioni museali attraverso lo sviluppo di un sistema di comunicazione dal forte carattere di engagement, basato su rigorosi contenuti scientifici. Il caso proposto riguarda la collaborazione tra il FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling del Dipartimento di Beni Culturali (UNIBO) e il Museo Nazionale di Ravenna: obiettivo comune l'implementazione di best practice di collaborazione tra Università e Istituzioni museali per la digitalizzazione delle collezioni museali e la realizzazione di un "sistema granulare di compendi multimediali". I prodotti multimediali frutto della collaborazione si presentano infatti scalabili e applicabili ad altre realtà simili, sostenibili e, soprattutto, in grado di integrare le necessità della comunicazione museale con quelle della ricerca.

Parole chiave: Museo; engagement; comunicazione; digitale.

Federica Collina: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ federica.collina5@unibo.it

1. Introduzione

Compito dell'istituzione museale è raccontare le proprie collezioni e le loro relazioni con l'ambiente che le circonda e col contesto originale da cui provengono.¹ Il museo dovrebbe quindi fornire al visitatore dei codici adatti a intendere il significato degli oggetti della collezione in una complessiva cornice espositiva. I musei, di fatto, raccolgono oggetti prodotti per altri contesti e funzionano quindi come veri e propri decontestualizzatori delle opere stesse (Antinucci, 2010). Inoltre, per lungo tempo i musei sono rimasti ancorati ad approcci espositivi di matrice tecnica, legati a specifici ambiti disciplinari e a obiettivi di ricerca piuttosto che di comunicazione, finalizzati quindi a descrizioni e tassonomie orientate al punto di vista di quanti già conoscono, almeno in parte, il reticolo di informazioni di un dato oggetto/opera d'arte. Questa prospettiva ha reso, e tuttora rende, complicata un'effettiva comprensione e conoscenza degli oggetti esposti e del loro contesto di appartenenza, e ha come immediata e inevitabile conseguenza l'allontanamento del pubblico dai musei (Bonacini, 2021). Nello scenario della transizione digitale le nuove tecnologie forniscono importanti opportunità alle istituzioni museali. Il digitale rappresenta infatti una risorsa chiave per l'engagement di un pubblico ampio con l'obiettivo di trasmettere conoscenza (Ragone, 2016; De Bernardi & Gilli, 2018; Bonacini, 2021).

In quest'ottica, nel dicembre 2020 è stata stipulata una convenzione tra la Direzione Regionale Musei Emilia-Romagna e il FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling, laboratorio di ricerca del Dipartimento di Beni Culturali, Università di Bologna, Campus di Ravenna per favorire lo svolgimento di attività didattiche come tirocini formativi, tesi e ricerche di dottorato che avessero a oggetto le collezioni e l'apparato informativo del Museo Nazionale di Ravenna. Queste attività sono state il punto di partenza per mettere a punto un progetto più ampio che avesse come fine ultimo il miglioramento della comprensione delle collezioni archeologiche attraverso le tecnologie del Digital Heritage. È iniziato così un positivo confronto tra i ricercatori del laboratorio e la direzione e i funzionari del Museo finalizzato a favorire, in una dimensione trans-disciplinare, la comprensione dei reperti e del percorso museale attraverso la condivisione e la fusione di saperi archeologici, museografici e tecnologici.

2. Il Museo Nazionale di Ravenna

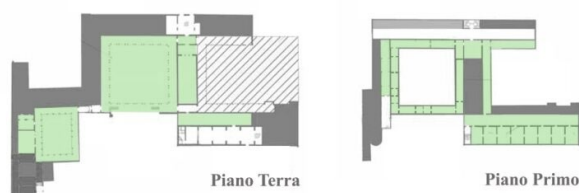
Il Museo Nazionale di Ravenna nasce dalla volontà dello scultore Enrico Pazzi tra il 1877 e il 1889. Anche in ragione della prossimità di importanti figure ravennati con le nuove istituzioni del Regno d'Italia, nel 1885 il Museo si trasforma da Civico a Nazionale. Inizialmente incluso all'interno dell'antica abbazia di Classe in Città, è con lo storico Corrado Ricci che il Museo trova sede nel 1910 all'interno del complesso benedettino di San Vitale, uno dei siti architettonici più significativi per la città (Novara, 2014). Tra il 1913 e il 1914, sotto la direzione di Giuseppe Gerola si procede al riallestimento dei reperti marmorei dei due chiostri al piano terra, oltre che un iniziale allestimento delle salette al primo piano. I lavori di completamento proseguono fino all'inaugurazione del 1921 con Ambrogio Annoni. A seguito del secondo conflitto mondiale il Museo subisce gravi danni e diventa necessaria una riorganizzazione, oltre che restauro, degli spazi. Entra quindi in gioco la Soprintendenza Archeologica di Bologna, momentanea affidataria della direzione. L'ordinamento di Giuseppe Bovini interessa in

particolare le collezioni lapidarie del primo chiostro e le sale al piano superiore. Un ultimo passaggio negli anni '60 pone il Museo sotto il controllo della Soprintendenza di Ravenna, la quale dà il via a una nuova gestione attraverso l'allestimento di mostre poi diventate ordinamenti espositivi permanenti (Ranaldi, 2014a).

Attualmente il percorso inizia al piano terra, nel primo chiostro, dove è conservata la collezione lapidaria di età romana. Tramite due ingressi laterali è possibile accedere alla sala delle Erme e delle antichità, al cui interno si trova una collezione di bassorilievi e statuaria di provenienza eterogenea, e alla sala dedicata ai resti dell'antica Porta Aurea, accesso monumentale alla città di Ravenna voluto dall'imperatore Claudio nel 43 d.C. (Ranaldi, 2015; Ranaldi, 2014b). Il percorso prosegue nel secondo chiostro con il lapidario che va dall'età tardoantica all'età moderna (Muratori, 1937). Sempre al piano terra, in una sala interrata rispetto al normale sviluppo del resto del museo, si trova la Sala delle necropoli del territorio, la quale conserva al suo interno materiali recuperati da scavi archeologici eseguiti nel territorio romagnolo. Ultima tappa prima di salire al piano primo è il grande Refettorio dell'antico monastero di San Vitale, nel quale sono conservati gli affreschi provenienti dalla chiesa di Santa Chiara (Volpe, 2017).

Attraverso lo Scalone Fiandrini, una scala monumentale progettata e realizzata nel 1790 dal monaco Benedetto Fiandrini, si sale al piano superiore del museo (Bovini, 1951). Qui si possono subito osservare collezioni comprendenti antichi bronzetti provenienti dalla collezione Classense e un antico mobilio settecentesco da farmacia (Martini, 1985). Inoltrandosi nel percorso museale si incontra dapprima la sala dedicata alla nascita del Museo Nazionale e successivamente, le sale conservano i reperti che testimoniano la Ravenna tardoantica e bizantina. A completare il perimetro che ricalca il primo chiostro sottostante vi sono una serie di sale dedicate ai tessuti antichi, agli avori e agli arredi lignei (Fiori, 2019; Martini, 2004; Rizzardi, 1993; Martini e Rizzardi, 1990). Il percorso prosegue lungo il confine del secondo chiostro. Qui si susseguono sale riservate alle icone, alla numismatica, un lungo corridoio dedicato ad armi e armature e sette sale interessate dal riallestimento nel 2022 voluto dalla allora direttrice Emanuela Fiori e dedicate all'arte romagnola tra il XV e il XVIII secolo (Boccia, 1989; Ercolani Cocchi, 1983; Zurli e Iannucci, 1982; Pavan, 1979). Le piante del museo e gli spazi visitabili si possono osservare in Fig. 1. In generale, a eccezione delle ultime sale di cui sopra, le collezioni e i rinvenimenti sono resi fruibili in un sistema museale complesso a causa della disomogeneità dei materiali in esso esposti.

Fig. 1 – Gli spazi visitabili del Museo Nazionale di Ravenna



3. I modelli 3D

Il primo obiettivo è stato quello di digitalizzare un campione dei reperti esposti nei due chiostri del Museo e nelle sale adiacenti. Questa attività è stata svolta nell'ambito dei tirocini curriculari del Corso di Laurea Magistrale in Beni Archeologici Artistici e del Paesaggio: storia, tutela e valorizzazione dell'Università di Bologna, Campus di Ravenna (Fig. 2). Sotto la supervisione congiunta dello staff del laboratorio FrameLAB, e della direzione e delle curatrici del Museo, più di 20 fra studenti e tesisti si sono alternati in questa attività. Ciò ha permesso di costruire un primo repository digitale di modelli 3D dei reperti lapidei del Museo: dalle erme, ai sarcofagi fino ai frammenti di pluteo e ai resti monumentali di Porta Aurea.

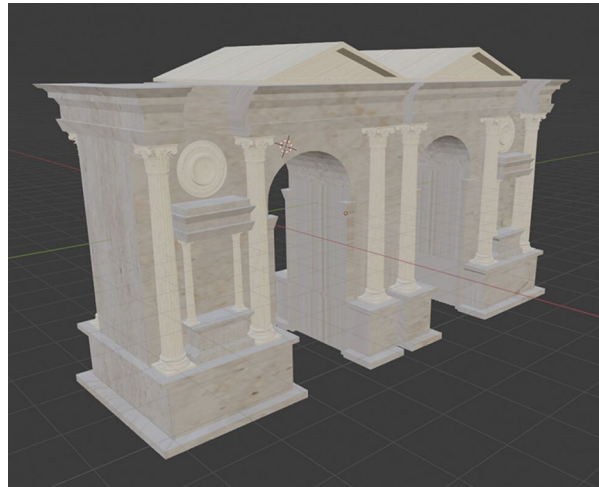
Fig. 2 – Tirocinante intenta ad utilizzare lo scanner a luce strutturata Artec Space su reperti del secondo chiostro.



I modelli 3D dei reperti sono stati acquisiti tramite scanner a luce strutturata della ditta Artec. Nello specifico sono stati utilizzati lo scanner Artec Space Spider per scansionare oggetti di piccole-medie dimensioni, mentre lo scanner Artec Eva per gli oggetti di medie-grandi dimensioni,² entrambi strumenti di altissima precisione (Modabber, 2016). Le scansioni ottenute sono state post-processate col software di riferimento Artec Studio 15 fino all'ottenimento dei modelli 3D finali dotati di texture. Per la fruizione dei reperti tridimensionali al pubblico è stato utilizzato SketchFab,³ un repository web di modelli 3D utile alla condivisione dei materiali tridimensionali che si impegna a sostenere le organizzazioni culturali senza scopo di lucro ed educative, come nel nostro caso l'università. SketchFab, grazie alle sue caratteristiche, assume la funzione di un repository digitale della collezione del museo utile sia alla fruizione che al monitoraggio dei diversi reperti (Jacobs, 2022; Lloyd, 2016).

Un iter differente è stato seguito per la creazione del modello 3D dell'antica Porta Aurea. A questo proposito è stato sperimentato con gli studenti del corso di Laurea Magistrale in Beni Archeologici, Artistici e del Paesaggio, un laboratorio didattico di modellazione 3D. Tramite il software di modellazione Blender (v. 2.93), e i rilievi di Andrea Palladio (Ranaldi, 2015; Burns, 1973), il lavoro degli studenti ha consentito di restituire un'ipotesi di struttura originale della porta e quindi la ricollocazione virtuale dei frammenti conservati all'interno del Museo (Fig. 3), tenendo anche conto delle opinioni contrastanti degli storici sulla forma originaria del basamento (Mansuelli, 1967; Rosi, 1939).

Fig. 3 – Modello tridimensionale della Porta Aurea di Ravenna ottenuto tramite modellazione 3D



4. Il progetto di comunicazione

Nella fase iniziale l'obiettivo era di creare all'interno del Museo un percorso multimediale che prevedesse tre diversi gradi di approfondimento: una fase preliminare alla visita, una di reperimento di contenuti in situ e una terza ex post, con ulteriori contenuti reperibili online. La prima attività, ascrivibile a questa seconda fase progettuale, è stata la creazione di un Virtual Tour (VT) interattivo del Museo con funzione di introduzione al museo stesso e alle sue collezioni. L'apparato informativo a corredo del VT è costituito da schede in grado di trasmettere le informazioni storiche e conservative di base su una selezione di reperti. I modelli 3D dei reperti e le ricostruzioni grafiche realizzate dalle studentesse della Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali dell'Università di Bologna, Campus di Ravenna, unitamente a soluzioni grafiche specifiche, avrebbero permesso di ricontestualizzare il frammento o il reperto rispetto ai contesti originari di pertinenza, ispirandosi nello stile grafico all'Art déco, e quindi richiamando le influenze stilistiche degli allestimenti (Fig. 4).

Fig. 4 – Esempio di scheda in stile Art déco contenuta all'interno del Virtual Tour



Il percorso virtuale, nell'idea progettuale, sarebbe stato scandito dalla figura di Enrico Pazzi, fondatore e primo direttore del Museo Nazionale. Per quanto riguarda il reperimento dei contenuti durante la visita, i compendi multimediali sarebbero stati disponibili tramite codici QR posizionati accanto ai reperti. L'ulteriore installazione di un *leggio touch* dotato di campana sonora, avrebbe consentito ai visitatori di accedere a specifici contenuti narrativi in formato ipertestuale e/o in podcast. La scelta di utilizzare codici QR, era motivata dalla prospettiva di sostenibilità con cui si voleva (e tuttora si intende) sviluppare il rinnovamento dell'offerta comunicativa del museo. Si tratta infatti di una tecnologia molto collaudata e dal costo irrisorio, affidabile e di semplice utilizzo. L'ultimo livello, "dopo la visita", sarebbe consistito in un complessivo portale web in cui tutti i contenuti già presenti nelle prime due sezioni sarebbero stati integrati da ulteriori approfondimenti nella forma di materiali ipertestuali audio-video, apparati bibliografici e iconografici e interviste.

5. Problematiche e prospettive future

Il progetto di comunicazione qui presentato non è che agli inizi. Dopo le prime e parziali realizzazioni sono però già state riscontrate alcune criticità. Innanzitutto la finalità stessa del Virtual Tour: a causa dell'eccessivo numero di reperti interrogabili il rischio di questa modalità di anteprima sarebbe stato l'eccesso di informazioni per i fruitori, con l'effetto di non innescare engagement per gli oggetti esposti. Un'ulteriore questione riguarda la leggibilità e quindi l'accessibilità di tutto l'apparato informativo del VT. Le linee guida fornite dal Ministero della Cultura - MIC riportano alcune istruzioni da seguire perché i testi forniti al visitatore siano resi accessibili (MIC, 2019). Ricollegandosi a quanto fatto nel VT, andranno utilizzati font o caratteri senza grazie e ben leggibili, evitare di giustificare il testo e di utilizzare combinazioni di colori (es. colore blu/giallo) invisibili per alcune persone con disabilità visive. Il progetto è ora in fase di revisione sulla base di queste considerazioni, prima dell'implementazione degli approfondimenti online, in vista di una fruizione più elastica e che tenga in conto le tematiche dell'accessibilità, delle potenzialità effettive e dei rischi correlati degli strumenti del Digital Heritage.

L'approccio di questa collaborazione è da ritenersi innovativo anche in relazione alle prime e parziali realizzazioni. Questo grazie alla visione trasversale, di prospettiva e condivisa verso l'approfondimento dei vantaggi della collaborazione tra Università ed Enti culturali del territorio, e verso una migliore comunicazione del patrimonio culturale tout court. Vantaggi che, nelle intenzioni degli enti coinvolti, riguardano e investono il museo stesso, i pubblici delle istituzioni culturali e la ricerca nel settore del Digital Heritage, e che questo approccio sostenibile rende concreti sia a medio che a lungo termine. Questo, per i molteplici benefici che ne derivano sia nell'immediato, tramite i riscontri quotidiani dei visitatori, sia nel futuro, quando gli strumenti scelti saranno ancora auspicabilmente aggiornabili e rielaborabili quasi a costo zero grazie all'utilizzo di tecnologie collaudate e a basso impatto economico. Ma, soprattutto, per il coinvolgimento di studenti e giovani ricercatori in formazione, che avranno occasione di confrontarsi con le professionalità e la realtà del Museo sulle difficoltà e opportunità di crescita professionale e sociale offerte da una corretta comunicazione del patrimonio. Alla luce di quanto detto, preso quindi atto delle criticità emerse e della volontà di migliorare l'apparato comunicativo del museo, la prospettiva è quella di sperimentare differenti soluzioni

di comunicazione tramite tecnologie come Realtà Aumentata e/o audio-narrazioni, in modo da rendere la visita ancora più coinvolgente ed esperienziale.

L'auspicio, nel perdurare della proficua collaborazione tra università e istituzione museale, è di continuare a sviluppare strategie condivise in grado di valorizzare al meglio le potenzialità comunicative delle collezioni, aumentare nel visitatore l'interesse e la comprensione verso le stesse e, infine, sviluppare una best practice replicabile nel maggior numero di contesti possibile, come nello spirito del progetto "Changes", del Partenariato Esteso 5 del PNRR, di cui proprio l'Università di Bologna guida lo Spoke 4 sul tema "Virtual technologies for Museums and Art Collections".⁴

Note:

¹ <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-scelta-la-proposta-finale-che-sara-votata-a-praga-2/>

² <https://www.artec3d.com>.

³ <https://sketchfab.com/>

⁴ <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-scelta-la-proposta-finale-che-sara-votata-a-praga-2/>.

Bibliografia:

- Antinucci F., *Comunicare nel museo*, Roma, Laterza, 2010.
- Boccia L., *L'oploteca del Museo Nazionale di Ravenna: tre secoli di armi*, Ravenna, Longo, 1989.
- Bonacini E., *Digital Storytelling nel marketing culturale e turistico*, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2021.
- Bovini G., *Guida del Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Azienda autonoma di soggiorno e turismo, 1951.
- Burns H., *I disegni in Palladio. Catalogo della mostra*, Vicenza, Marsilio, 1973, pp. 131–155.
- De Bernardi P., Gilli M. (eds.), *Museums' digital innovation. The role of digital communication strategies in Torino museums in Examining Cultural Policies Through Digital Communication*, Hershey, IGI Global, 2018, pp. 161–18.
- Ercolani Cocchi E., *Impero romano e bizantino, regni barbarici in Italia attraverso le monete del Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Cassa di Risparmio di Ravenna, 1983.
- Fiori E., *Gli sciamiti da San Giuliano 1910–2018: una vicenda esemplare in Stoffe di San Giuliano dal ritrovamento alla valorizzazione*, Ravenna, Longo, 2019.
- Jacobs H.L. (ed.), *SketchUp and Sketchfab: Tools for Teaching with 3D in Journal of the Society of Architectural Historians*, 81(2), 2022, pp. 256–259.
- Lloyd H., *Contextualizing 3D Cultural Heritage in Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*, Nicosia, Springer, 2016, pp. 859–868.
- Mansuelli G.A., *La Porta Aurea di Ravenna in Corsi di Cultura sull'Arte ravennate e bizantina*, Bologna, Edizioni del Girasole, 14, 1967, pp. 191–217.
- Martini L., *Piccoli bronzi e placchette del Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Comune di Ravenna, 1985.
- Martini L., Rizzardi C., *Avori bizantini e medievali nel Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Longo, 1990.
- Martini L., *La collezione degli oggetti in avorio e osso*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 2004.
- MIC, *Migliorare il racconto museale. Approfondimenti per la redazione di didascalie e pannelli*, Direzione generale Musei, 2019.
- Modabber A., Peters F., Kniha K., Goloborodko E., Ghassemi A., Lethaus B., Hölzle F., Möhlhenrich S.C. (eds.), *Evaluation of the accuracy of a mobile and a stationary system for three-dimensional facial scanning*, «Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery», 44(10), 2016, pp. 1719–24.
- Muratori S., *Il R. Museo Nazionale di Ravenna*, Roma, Libreria dello Stato, 1937.
- Novara P., *Tracce superstiti del monastero benedettino di Ottone III (999) nel primo chiostro. Dal monastero di San Vitale al Museo Nazionale, una storia lunga mille anni in Erme e antichità dal Museo Nazionale di Ravenna*, Silvana Editoriale, 2014.
- Pavan G., *Icone dalle collezioni del Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Stabilimento Tipografico Dei Comuni, 1979.
- Ragone G., Calabrese S., *Virtualizzazione, storytelling, transluoghi*, Napoli, Liguori, 2016, pp. 335–343.
- Ranaldi A., *Museo Nazionale di Ravenna. Giuseppe Gerola, Ambrogio Annoni: l'immagine della città e l'opera della Soprintendenza in Erme e antichità dal Museo Nazionale di Ravenna*, Silvana Editoriale, 2014a.
- Ranaldi A., *Le opere esposte in Erme e antichità dal Museo Nazionale di Ravenna*, Cinisello Balsamo, Silvana Editoriale, 2014b.
- Ranaldi A., *Porta Aurea, Palladio e il monastero benedettino di San Vitale*, Ravenna, Silvana Editoriale, 2015.
- Rizzardi C., *I tessuti copti del Museo Nazionale di Ravenna*, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 1993.
- Rosi G., *Ricerche intorno a Porta Aurea in Felix Ravenna*, Ravenna, Edizioni del Girasole, 1939, n.s., I, 49, pp. 31–43.

Volpe A., *Pietro da Rimini. L'inverno della critica*, Milano, Skira, 2017.
Zurli F., Iannucci A.M., *Ceramiche dalle collezioni del Museo Nazionale di Ravenna*, Ravenna, Bononia University Press, 1982.

Il patrimonio culturale della danza fra materialità e immaterialità

Silvia Garzarella

Abstract

The following text presents a reflection on the specificities of choreographic cultural heritage with particular reference to its placement within the *UNESCO Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* (2003). After a brief introduction metaphorically illustrating the specificity of the analyzed subject and the challenges related to its preservation, there will be a consideration of the opportunity to explore the possibilities offered by digital technologies to enhance dance heritage and promote accessibility across a diverse user base. The intervention concludes with the presentation of a case study drawn from the author's doctoral research experience.

Il testo che segue presenta una riflessione sulle specificità del patrimonio culturale coreico con particolare riferimento alla sua collocazione all'interno della *Convenzione Unesco per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale* (2003). Dopo una breve introduzione dedicata a illustrare, metaforicamente, la specificità dell'oggetto di studio analizzato e le sfide legate alla sua preservazione, si rifletterà sull'opportunità di rivolgersi alle tecnologie digitali per valorizzare il patrimonio della danza e migliorarne l'accessibilità presso una fascia diversificata d'utenza. Conclude l'intervento, la proposizione di un caso di studio tratto dall'esperienza di ricerca dottorale dell'autrice.

Parole chiave: danza; patrimonio immateriale; salvaguardia; digitale.

Silvia Garzarella: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ silvia.garzarella3@unibo.it

1. Premessa / Polimnia

Nel secondo quadro del suo *Apollon Musagète* (1928),¹ il coreografo George Balanchine (1904-1983) presenta al pubblico i personaggi femminili del balletto: Calliope, Polimnia e Tersicore. Sotto l'occhio vigile del protagonista della *pièce*, il dio greco Apollo, le tre muse invadono il palcoscenico, alternandosi in brevi pezzi solistici. Calliope 'dalla bella voce',² inizia a danzare, dando corpo allo stilema che la caratterizza attraverso l'utilizzo delle mani, portate dal petto alla gola durante una serie di *piqué arabesque*. Rifiutata, la musa lascia il posto a Polimnia che esegue la sua variazione con il dito indice schiacciato sulle labbra, un'allusione alla pantomima, l'arte da essa presieduta.³ Fra le tre Apollo sceglierà una sola favorita, Tersicore, l'unica capace di esprimere la sua identità senza l'ausilio del linguaggio gestuale. I due, in testa a un corteo trionfale, chiudono il balletto.

In un saggio del 2011, Elena Cervellati vedeva in questo passaggio, in particolare nella figura della musa della pantomima, un esempio mirabile della poetica di Balanchine: «Polimnia, con il suo gesto decisamente contenitivo e censorio ci dice del desiderio di sopprimere la presenza della parola per sostenere la forza autonoma del corpo danzante».⁴ Come Apollo, infatti, anche il coreografo russo era un convinto sostenitore dell'innata eloquenza del movimento:

When you have a garden full of pretty flowers, you don't demand of them, "What do you mean? What is your significance?" Dancers are just flowers, and flowers grow without any literal meaning, they are just beautiful. We're like flowers. A flower doesn't tell you a story. It's in itself a beautiful thing.⁵

Per quanto dichiaratamente priva di significazione,⁶ nel balletto di Balanchine la gestualità scelta per Polimnia tradiva, però, una piena coincidenza con una tradizione raffigurativa millenaria.

Unica tra le sorelle a non enunciare il proprio nome, nel IX Libro dell'*Antologia Palatina*, Polimnia tace⁷ e così nel V Libro delle *Dionisiache* – «l'ultima menzione delle Muse nella poesia greca antica»⁸, – dove la ritroviamo mentre «agita le dita e silenziosa disegna figure mimetiche, e con le mani esprime in abili forme una silenziosa sapienza»⁹. In Ausonio la musa «segna tutto con la mano e parla con il gesto» e, anche più tardi, nel *Paradiso* dantesco, è sempre lei a essere evocata per introdurre alla natura fallace della parola:

Se mo sonasser tutte quelle lingue
che Polimnìa con le suore fero
del latte lor dolcissimo più pingue,

per aiutarmi, al millesmo del vero
non si verria, cantando il santo riso
e quanto il santo aspetto facea mero;

e così, figurando il paradiso,
convien saltar lo sacro poema,
come chi trova suo cammin riciso.¹⁰

Sebbene numericamente limitati, gli esempi proposti non devono ingannare: l'immagine di una Polimnia esclusivamente silente è riduttiva. Lo spiega bene l'iconografia a essa abbinata, che nel tempo ha dato corpo al suo tacere eloquente enfatizzando ora il movimento delle mani,

ora l'atteggiamento riflessivo.¹¹ Quella della musa 'dai molti inni',¹² insomma, è un'immagine polarizzata, dotata, per Monica Centanni, della «*Pathosformel* della riflessione poetica e filosofica»¹³, una forma di tensione che, in Balanchine, si risolveva in un grido – lanciato da Polimnia alla fine della sua variazione – e che, in questa sede, fornisce una metafora ideale per riflettere su un aspetto particolare del patrimonio culturale della danza: la sua presunta componente ineffabile.¹⁴

2. Tra corpi e carte / Mnemosine

Va riconosciuto che, all'origine, l'ideologia dell'effimero e dell'irrecuperabilità del fatto teatrale ha avuto la sua giustificazione e la sua utilità [...] Ma ben presto questa ideologia dell'effimero, con tutta la connessa retorica dell'irrecuperabilità e addirittura dell'ineffabilità che quasi sempre si tirava dietro, ha avuto un effetto frenante sugli studi, traducendosi in un vero e proprio tabù, o almeno in un pernicioso luogo comune, dal quale la teatrologia e la storiografia teatrale più avvertite hanno comunque saputo prendere le distanze.¹⁵

Con queste parole, in un saggio del 2014,¹⁶ Marco De Marinis tornava su quanto teorizzato nel suo *Capire il teatro*,¹⁷ evidenziando il percorso di evoluzione degli studi di settore rispetto al concetto di effimero teatrale: chimera per la storiografia di primo Novecento, risorsa per la Nuova Teatrologia e i Performance Studies che, nella seconda metà del secolo, si sono a lungo concentrati sulla componente tangente dell'evento performativo.¹⁸

La specificità del patrimonio della danza – quel silenzio eloquente ben incarnato da Polimnia – ha contribuito non poco ad alimentare il dibattito, portando sul tavolo secoli di riflessioni teoriche di ambito sia storiografico che epistemologico.¹⁹

Il caso del balletto, in questo senso, risulta essere particolarmente emblematico. Basti pensare a capolavori ottocenteschi come *La Bella Addormentata* (1889) e *Lo Schiaccianoci* (1892), portati in scena con la firma del coreografo che li ha ideati, Marius Petipa (1818-1910), ma con risultati oggi decisamente distanti dall'edizione originale e con modalità che abbinano la trasmissione diretta docente-discente a operazioni di natura più storicistica.²⁰ Salvo iniziative con scopi dichiaratamente ricostruttivi,²¹ infatti, i riallestimenti del repertorio classico sono tendenzialmente curati da *maîtres répétiteurs*, danzatori esperti che seguono i professionisti accompagnandoli in tutto il processo di apprendimento e perfezionamento della coreografia.²² La titolarità dei maestri è data dall'autorevolezza della loro esperienza, manifesto di un sapere agito ma strettamente specialistico e non necessariamente attendibile da un punto di vista filologico.²³

Anche Uscendo dallo specifico "ballettistico", la situazione non cambia. Lo testimonia la collocazione della danza all'interno della *Convenzione Unesco per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale* (2003), dove per «patrimonio immateriale» si intendono:

le prassi, le rappresentazioni, le espressioni, le conoscenze, il know-how – come pure gli strumenti, gli oggetti, i manufatti e gli spazi culturali associati agli stessi – che le comunità, i gruppi e in alcuni casi gli individui riconoscono in quanto parte del loro patrimonio culturale.

Questo patrimonio culturale immateriale, trasmesso di generazione in generazione, è costantemente ricreato dalle comunità e dai gruppi in risposta al loro ambiente, alla loro interazione con la natura e alla loro storia e dà loro un senso d'identità e di continuità, promuovendo in tal modo il rispetto per la diversità culturale e la creatività umana.²⁴

Nella *Convenzione* è proprio il sapere incorporato attraverso l'esperienza a determinare l'identità immateriale e a stabilire le istanze di tutela del patrimonio della danza:

le misure volte a garantire la vitalità del patrimonio culturale immateriale, ivi compresa l'identificazione, la documentazione, la ricerca, la preservazione, la protezione, la promozione, la valorizzazione, la trasmissione, in particolare attraverso un'educazione formale e informale, come pure il ravvivamento dei vari aspetti di tale patrimonio culturale.²⁵

Tutt'altro che di facile gestione,²⁶ la salvaguardia di un sapere di questo tipo, insieme storicizzato e incarnato,²⁷ non può che richiedere un approccio plurale, capace di far fede a quella *Pathosformel* che Monica Centanni vedeva racchiusa nell'immagine pensosa di Polimnia.

Il riferimento ad Aby Warburg²⁸ fornisce, in questo contesto, ulteriori spunti di riflessione, non solo perché il suo poderoso *Bilderatlas*²⁹ era dedicato a Mnemosine, madre delle muse, colei che affronta l'ineffabilità attraverso l'atto creativo della nominazione,³⁰ ma anche perché Warburg aveva dato a quell'atlante una struttura dialettica, perfettamente in grado di restituire la dimensione dinamica della 'forma di pathos' a cui prima si accennava.

Iperconnessa ed estesa – lucida prefigurazione, in un certo senso, degli odierni ecosistemi a carattere digitale – la forma atlante sembrerebbe fornire uno spazio ideale ad accogliere, valorizzare e salvaguardare la natura ossimorica dell'immateriale performativo, suggerendo con la sua interconnessione una possibile strategia per superare, attraverso la tecnica, l'*impasse* filosofico-estetico appena evocato.³¹

Al fine di verificare se, applicate alla salvaguardia e alla valorizzazione, le caratteristiche possedute dalle odierne tecnologie digitali possano consentire un accesso privilegiato alla documentazione della performance, la sezione che segue intende offrire un caso di studio relativo al recupero di una memoria d'archivio connessa al patrimonio della danza.³² Il progetto descritto è tratto dalla ricerca dottorale alla quale chi scrive sta lavorando presso il Dipartimento delle Arti dell'Università di Bologna.³³

3. *Due poli in costante movimento / Prometeo*

Nel 2022, con l'obiettivo di ricostruire le tappe della prima tournée italiana del danzatore e coreografo Rudolf Nureev (1938-1993) – *La bella addormentata* per l'International Ballet of the Marquis De Cuevas – è stata avviata una ricognizione della documentazione relativa all'evento.

Il punto di partenza della ricerca sono state le fonti scritte: la rassegna stampa nazionale e regionale (conservata negli archivi dei quotidiani); le locandine, i programmi di sala e le fotografie (conservati presso gli archivi dei teatri coinvolti nella tournée) e un'unica ripresa video (conservata presso un archivio privato)³⁴. A questi documenti, in mancanza della memoria dei danzatori protagonisti, è stata abbinata la raccolta delle testimonianze degli spettatori, registrate tramite interviste ai diretti interessati.

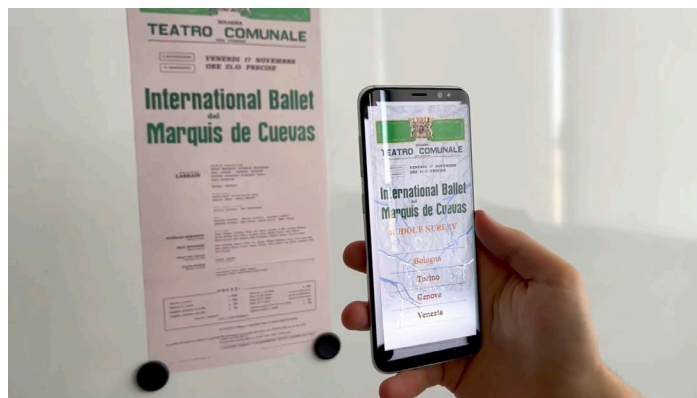
L'analisi incrociata dei materiali osservati ha consentito di ripercorrere le tappe della tournée, iniziata a Bologna, sul palcoscenico del Teatro Comunale (17-18 novembre 1961), proseguita al Teatro Nuovo di Torino (23-24 novembre 1961), al Teatro Carlo Felice di Genova (1-2-3 dicembre 1961) e interrottasi, poco dopo, al Teatro La Fenice di Venezia (14-16-17 dicembre 1961), dove Nureev, lasciata la compagnia, sceglierà di non esibirsi.

Per quanto vicine nel tempo, le fonti indagate hanno rivelato diverse problematiche – potenzialmente estendibili a buona parte della documentazione dello spettacolo dal vivo – tra queste: una forte dislocazione geografica (con conseguente multiproprietà) e una scarsa accessibilità, dovuta a un generale ritardo nei processi di digitalizzazione dei materiali conservati.

A partire dalle criticità riscontrate, la ricerca si è concentrata sull'ideazione di uno spazio adatto a mettere in relazione i documenti osservati. Se, sin dall'inizio, quella di un atlante delle connessioni si è rivelata l'immagine ideale per guidare il processo di allineamento delle fonti, è stato soltanto lo spazio della Realtà Estesa a fornire il luogo adatto perché questo potesse concretamente realizzarsi.

Grazie al supporto di un'impresa specializzata, Vitruvio Virtual Reality, si è quindi proceduto allo sviluppo di un'applicazione gratuita per la fruizione del patrimonio documentale in AR (*Augmented Reality*). L'app è stata progettata in modo da attivarsi inquadrando i cartelloni della tournée con un qualsiasi smartphone/tablet dotato di dispositivo Android/iOS (Fig. 1).³⁵

Fig. 1 - Un esempio di utilizzo dell'App AR realizzata in collaborazione con Vitruvio Virtual Reality e Museo Internazionale e Biblioteca della Musica di Bologna (2022)



Una volta 'aumentata', la fonte d'archivio è stata resa in grado di presentare all'utente un'interfaccia dotata non solo di voci, testi e immagini, ma anche di una dimensione tattile e spaziale, implicita nelle tecnologie assistive e particolarmente adatta a restituire il carattere composito di un evento che, come anticipato, è sì documentabile ma tenace a ogni tentativo di cristallizzazione.

Lungi dal rincorrere il fantasma della dematerializzazione, evocato (ed esorcizzato) da Tomàs Maldonado nel suo *Reale e virtuale*,³⁶ il progetto ha confermato quanto quello digitale possa configurarsi come uno spazio adatto all'ineffabile performativo, perché costitutivamente capace di fornire alle memorie immateriali un luogo alternativo ma altrettanto aperto, perseverante e dinamico, sospeso, insomma, tra due poli in costante movimento.³⁷

E così è proprio la tecnologia, intesa punto di contatto tra gli estremi individuati (l'utente e la peculiarità dell'oggetto di studio), a regalare, a queste peregrinazioni attraverso il mito, l'ultima suggestione: Prometeo, che per ordinare «la memoria di tutte le cose»³⁸ aveva fornito agli uomini la tecnica, suggerirebbe alla Mnemosine di oggi un organismo cibernetico?³⁹

Note:

¹ La prima versione coreografica dell'*Apollon Musagète* di Georges Balanchine risale al 1928 e fu realizzata su musica di Igor Stravinskij per i Ballets Russes. La versione alla quale si riferisce l'analisi dei passi presentata in questa sede è quella registrata nel 1960 per la televisione canadese, con Diana Adams nei panni di Tersicore, Jillana (Jill Zimmerman) in quelli di Calliope, Francia Russell in Polimnia e Jacques D'Amboise nel ruolo di Apollo, cfr. [George Balanchine Catalogue](#) [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

² Il nome deriva dal greco Καλλιόπη (Calliope), formato dall'aggettivo καλός (kalòs), inteso come 'bello', e dal sostantivo ὄψ,οπός (ops, opòs), che indica la 'voce', cfr. la voce dedicata in Treccani, [Vocabolario Online](#) [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

³ In un carme attribuito probabilmente ad Ausonio: «Signat cuncta manu loquiturque Polymnia gestu», (letteralmente: Polimnia segna tutto con la mano e parla con il gesto), in cfr. A. Martina, *Polimnia*, in [Enciclopedia Dantesca](#), a cura di U. Bosco, Roma, Treccani, 1970 [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

⁴ In Cervellati il riferimento a Balanchine e l'immagine allegorica della musa, si inserivano in una riflessione dedicata al rapporto tra danza e parola scritta, con particolare riferimento alla pratica librettistica, oggetto privilegiato di quella trattazione, cfr. E. Cervellati, *Il dito di Polimnia*, in E. Cervellati, S. Franco (a cura di), *Danza e Teatro. Storie, poetiche, pratiche e prospettive di ricerca*, Atti del Convegno di studi dedicato a Silvana Sinisi ed Eugenia Casini Ropa (Università di Bologna, 24-25 settembre 2009), Acireale-Roma, Bonanno, 2011, pp. 125-134.

⁵ La dichiarazione è presente in numerose interviste rilasciate da George Balanchine, quella riportata è in A. Croce, [Balanchine said](#), «The New Yorker», January 18, 2009 [pagina consultata il 25 gennaio 2024]. Nell'articolo di Croce, la frase di Balanchine è connessa a quanto teorizzato nel manifesto del movimento acmeista russo, pubblicato, significativamente, nella rivista letteraria *Apollon* (Απολλών).

⁶ «I don't put meanings to any of my gestures», la citazione di Balanchine si trova in N. Reynolds (edited by), *Listenin to Balanchine*, in L. Garafola, E. Foner, *Dance for a city: fifty years of the New York City Ballet*, New York, Columbia, 1999, p. 156.

⁷ «Σιγῶ (io taccio)», dice nel libro IX dell'*Antologia Palatina* (505, 16).

⁸ M. Centanni, *Malinconica Polimnia. La "Musa pensosa" come figura del pathos dell'intellettuale*, in A. Bottini (a cura di), *Musa pensosa. L'immagine dell'intellettuale nell'antichità*, Milano, Electa, 2006, p. 158.

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ I versi 55-63 del XXIII canto del *Paradiso* sono estrapolati da G. Petrocchi (a cura di), [La Commedia secondo l'antica vulgata](#), Firenze, Le Lettere, 1994 [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

¹¹ Cfr., a titolo d'esempio, *Statua di Polymnia*, Roma, Musei Capitolini, Centrale Monemartini, e C. Meynier, *Polyhymnia, Muse of Eloquence*, Cleveland, The Cleveland Art Museum, 1800 ca.

¹² Dal greco, letteralmente, πολύ (polyù), ovvero 'molto', e ὕμνος (hymnos), ovvero canto.

¹³ M. Centanni, *Malinconica Polimnia. La "Musa pensosa" come figura del pathos dell'intellettuale*, in A. Bottini (a cura di), *Musa pensosa. L'immagine dell'intellettuale nell'antichità*, Milano, Electa, 2006, p. 156.

¹⁴ Cfr. E. Cervellati, [Alcune parole per dire la danza](#), pubblicata il 31 ottobre 2014 nella sezione *Gocce* del sito ufficiale de «Il Saggiatore Musicale» [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

¹⁵ M. De Marinis, *Il corpo dello spettatore: Performance Studies e nuova teatrologia*, «Annali online. Sezione di Lettere», IX, 2, 2014, Doi: [10.15160/issn.1826-803X/1078](#), p. 192.

¹⁶ *Ivi*.

¹⁷ M. De Marinis, *Capire il teatro. Lineamenti di una nuova teatrologia*, Roma, Bulzoni 2008. (I. ed., *Capire il teatro. Lineamenti di una nuova teatrologia*, Firenze, La Casa Usher, 1988).

¹⁸ M. De Marinis, *Il corpo dello spettatore: Performance Studies e nuova teatrologia*, «Annali online. Sezione di Lettere», IX, 2, 2014, Doi: [10.15160/issn.1826-803X/1078](#), p. 194.

¹⁹ Cfr. Il lavoro presentato in S. Franco, M. Nordera (a cura di), *Ricordanze. Memoria in movimento e coreografie della storia*, Torino, UTET Università, 2010, prova a tracciare una panoramica su una tradizione di studi ricchissima e di portata internazionale.

²⁰ A tal proposito, sulla possibilità di applicare un approccio filologico all'analisi delle opere coreografiche, cfr. E. Randi, *Primi appunti per un progetto di edizione critica coreica*, «SigMa - Rivista Di Letterature Comparete, Teatro e Arti dello Spettacolo», iv, 2020, Doi: [10.6093/issn.2611-3309/sigma.v0i4.7506](#).

²¹ Cfr. i molti lavori del coreografo Alexei Ratmansky (1968) come *La Bella Addormentata* e *Il lago dei cigni*, sul palco del Teatro alla Scala, rispettivamente, nel 2015 e nel 2016.

²² Cfr. E. Giannasca, *La danza nella prospettiva ontologica di una teoria documentale dell'arte*, «Danza e Ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni» x, 10, 2018, Doi: [10.6092/issn.2036-1599/8710](https://doi.org/10.6092/issn.2036-1599/8710); S. Franco, *Corpo-archivio: mappatura di una nozione tra incorporazione e pratica coreografica*, «Ricerche di S/Confine», 5, 2019, pp. 55-65.

²³ Si pensi soltanto alla proliferazione dei sistemi di notazione coreografica e alla difficoltà con la quale si sono inseriti nelle effettive pratiche di trasmissione del repertorio, ancora oggi prevalentemente corporee, cfr. il Dossier *La trasmissione del balletto*, «Danza e ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni», XIV, 14, 2022, Doi: [10.6092/issn.2036-1599/n14-2022](https://doi.org/10.6092/issn.2036-1599/n14-2022).

²⁴ La traduzione ufficiale della *Convenzione*, tenutasi a Parigi il 17 ottobre 2003 e siglata dalla Conferenza generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'educazione, la scienza e la cultura denominata (UNESCO), è disponibile sulla pagina ufficiale di [Unesco Intangible Cultural Heritage](https://www.unesco.org/en/repertoire) [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ Per quanto riguarda le criticità connesse all'applicazione delle misure promosse dalla *Convenzione*, cfr. le riflessioni di E. Anzellotti, *Vivere il qui e ora: le arti performative che fanno parte dei beni culturali immateriali*, «Antropologia e Teatro. Rivista di studi», Speciale *Performing arts e dialogo interculturale*, 16, 2023, Doi: [10.6092/issn.2039-2281/18679](https://doi.org/10.6092/issn.2039-2281/18679); A. Zardi, *Contro l'oblio: pratiche artistiche e ipotesi di ricerca per la danza del futuro*, «Antropologia e Teatro. Rivista di studi», Speciale *Performing arts e dialogo interculturale*, 16, 2023, Doi: [10.6092/issn.2039-2281/18683](https://doi.org/10.6092/issn.2039-2281/18683).

²⁷ Gerardo Guccini, discutendo la nozione di storiografia teatrale nella lezione di Fabrizio Cruciani, scrive: «Si isoli questa frase: "la storiografia diventa un corpo vivente". E cioè, la storiografia non si esaurisce nella catalogazione dei dati, nella ricostruzione degli eventi e nemmeno nell'espressione dei fenomeni o degli individui che, nell'atto stesso di venire formalizzati - fissati in forma - si convertono in un'alterità non più rispondente a ciò che furono nel corso del loro divenire ma aspira ad essere essa stessa il campo di individuazione e messa in moto dei principi dinamici e morali da cui erano discesi i fatti, gli eventi, le opere. La storiografia, in altri termini, non si traduce in descrizioni, ritratti, brani espressivi, in forme analoghe e speculari all'accadere ma entra in relazione dialettica con quest'ultimo - nella sua doppia natura di accadere accaduto, storico, e accadere in atto, storicizzabile», in G. Guccini, *La lezione di Fabrizio Cruciani*, «Teatro e Storia», vol. XVII, 1995, pp. 319-326: 320.

²⁸ Cfr. A. Fressola, *La danza delle Pathosformeln. Formulazioni dell'espressione corporea secondo la lezione di Mnemosyne*, «La Rivista di Engramma», n. 165, 2018, doi: <https://doi.org/10.25432/1826-901X/2018.157.0011>.

²⁹ Cfr. il progetto, *Warburg & Mnemosyne*, sulla pagina web [Engramma. La tradizione classica nella memoria occidentale](https://www.gramma.it) [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

³⁰ Il riferimento è a Diodoro Siculo, *Bibliotheca Historica*, V, 67. 3, ma anche a C. Pavese, *Le Muse*, in Id. *Dialoghi con Leucò*, Torino, Einaudi, 1947.

³¹ Difficile negare la familiarità tra l'orizzonte di metodo della forma atlante di Warburg e le teorizzazioni che più tardi, a partire dalla seconda metà del Novecento, porteranno allo sviluppo di realtà digitali a navigazione multilineare, cfr. il pionieristico saggio di V. Bush, *As we may think*, «Atlantic Monthly», luglio 1945. Di multilinearità parla anche Daniela Sacco in riferimento alla metodologia della Nuova Teatologia, cfr. D. Sacco, *Forma atlante e storiografia teatrale. Questioni di metodo*, «La Rivista di Engramma», 199, 2023, Doi: [10.25432/1826-901X/2023.199.0006](https://doi.org/10.25432/1826-901X/2023.199.0006). Nell'ambito della composizione coreografica, d'altronde, è da tempo che i sistemi tecnologici hanno dimostrato di essere un valido supporto alla creazione, cfr. E. Pitozzi, *Logica della composizione. Scena contemporanea e processi di integrazione neo-tecnologica*, «Annali online. Sezione di Lettere», II, 2, 2007, Doi: [10.15160/issn.1826-803X/139](https://doi.org/10.15160/issn.1826-803X/139), più rari i casi di studio relativi alle strategie di preservazione dei repertori, cfr. L.G. Monda, *Choreographic bodies. L'esperienza della Motion Bank nel progetto multidisciplinare di Forsythe*, Roma, Dino Audino, 2016.

³² Su queste possibilità, cfr. M.G. Berlangieri, *Archivi dello spettacolo. Attraverso la realtà aumentata*, Roma, Bulzoni, 2018. Sulle possibilità connesse all'interazione uomo-macchina nelle arti performative cfr. S. Pozzi, S. Bagnara, *Interattività e interfaccia*, in S. Arcagni (a cura di), *I media digitali e l'interazione uomo-macchina*, Ariccia, Aracne, 2015, pp. 55-86.

³³ L'ambito di applicazione è quello del programma ministeriale PON - Ricerca e Innovazione, cfr. la pagina dedicata sul sito del [Ministero per l'Università e la Ricerca](https://www.mur.gov.it) [pagina consultata il 25 gennaio 2024].

³⁴ Il Fondo Mario Porcile conservato nell'archivio Cro.ME - Cronache e memorie dello Spettacolo, curato e gestito da Enrico Coffetti a Milano.

³⁵ La sperimentazione è partita dalla locandina della prima data della *tournee*, conservata presso l'Archivio Storico del Teatro Comunale di Bologna (Museo Internazionale e Biblioteca della Musica di Bologna).

³⁶ Cfr. T. Maldonado, *Reale e virtuale*, in Id., *Reale e virtuale*, Milano, Feltrinelli, 2015, pp. 9-78.

³⁷ «On again./Off again./Always two things switching./One thing instantly replaces/another./It was the language of the Future/[...] And it is Digital», il riferimento è al brano *The Language of the Future* di Laurie Anderson, in Ead. *United States*, New York, Harper & Row, 1984, Per una riflessione che, proprio a partire da Anderson, approfondisce il rapporto tra corpo e mente nell'immaginario postmoderno, cfr. G. Schwab, *Cyborgs. Postmodern Phantasms of Body and Mind*, «Discourse», Special Issue: *On Technology (Cybernetics, Ecology, and the Postmodern Imagination)*, IX, 1987, pp. 64-84.

³⁸ A. Grzelak-Krzymianowska, *Prometeo come il simbolo dell'interminabile sfida*, «Roczniki humanistyczne», LXV, 3, 2017, Doi: <http://dx.doi.org/10.18290/rh.2017.65.3-1>.

³⁹ «Nella mitologia greca è Titano, o Prometeo, a far conoscere il fuoco (e quindi la tecnologia) agli esseri umani», in I. Asimov, *Visioni di Robot*, traduzione di P. Cavallari, G. Cossato, S. Sandrelli, Milano, Interno Giallo, 1991 (I ed. *Robot Visions*, Manhattan, Byron Preiss Visual Publications, 1990).

Bibliografia:

AA. VV., *La trasmissione del balletto*, «Danza e ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni», XIV, 14, 2022, Doi: [10.6092/issn.2036-1599/n14-2022](https://doi.org/10.6092/issn.2036-1599/n14-2022).

Asimov I., *Robot Visions*, Manhattan, Byron Preiss Visual Publications, 1990.

Anzellotti E., *Vivere il qui e ora: le arti performative che fanno parte dei beni culturali immateriali*, «Antropologia e Teatro. Rivista di studi», Speciale *Performing arts e dialogo interculturale*, 16, 2023, Doi: [10.6092/issn.2039-2281/18679](https://doi.org/10.6092/issn.2039-2281/18679).

Berlangieri M.G., *Archivi dello spettacolo. Attraverso la realtà aumentata*, Roma, Bulzoni, 2018.

Bush V., *As we may think*, «Atlantic Monthly», July 1945.

Cervellati E., *Il dito di Polimnia*, in Cervellati E., Franco S. (a cura di), *Danza e Teatro. Storie, poetiche, pratiche e prospettive di ricerca*, Atti del Convegno di studi dedicato a Silvana Sinisi ed Eugenia Casini Ropa (Università di Bologna, 24-25 settembre 2009), Acireale-Roma, Bonanno, 2011, pp. 125-134.

Corea A., *Raccontar danzando. Forme del balletto inglese nel Novecento*, Roma, Sapienza Università Editrice.

Croce A., *Balanchine said*, «The New Yorker», January 18, 2009.

Cruciani F., *Problemi di storiografia dello spettacolo*, «Teatro e Storia», VIII, 1, 1993, pp. 3-11.

De Marinis M., *Capire il teatro. Lineamenti di una nuova teatrologia*, Roma, Bulzoni, 2008.

De Marinis M., *Il corpo dello spettatore: Performance Studies e nuova teatrologia*, «Annali online. Sezione di Lettere», IX, 2, 2014, Doi: [10.15160/issn.1826-803X/1078](https://doi.org/10.15160/issn.1826-803X/1078).

Franco S., Nordera M. (a cura di), *Ricordanze. Memoria in movimento e coreografie della storia*, Torino, UTET Università, 2010.

Franco S., *Corpo-archivio: mappatura di una nozione tra incorporazione e pratica coreografica*, «Ricerche di S/Confine», 5, 2019, pp. 55-65.

Fressola A., *La danza delle Pathosformeln. Formulazioni dell'espressione corporea secondo la lezione di Mnemosyne*, «La Rivista di Engramma», n. 165, 2018, Doi: <https://doi.org/10.25432/1826-901X/2018.157.0011>.

Garafola L., Foner E. (edited by), *Dance for a city: fifty years of the New York City Ballet*, New York, Columbia, 1999.

Giannasca E., *La danza nella prospettiva ontologica di una teoria documentale dell'arte*, «Danza e Ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni», X, 10, 2018, Doi: <https://doi.org/10.6092/issn.2036-1599/8710>.

Grzelak-Krzymianowska A., *Prometeo come il simbolo dell'interminabile sfida*, «Roczniki humanistyczne», LXV, 3, 2017, Doi: <http://doi.org/10.18290/rh.2017.65.3-1>.

Guarino R., *Il teatro nella storia. Gli spazi, le culture, la memoria*, Roma-Bari, Laterza, 2005.

Guccini G., *La lezione di Fabrizio Cruciani*, «Teatro e Storia», vol. XVII, 1995, pp. 319-326.

Maldonado T., *Reale e virtuale*, Milano, Feltrinelli, 2015.

Monda L.G., *Choreographic bodies. L'esperienza della Motion Bank nel progetto multidisciplinare di Forsythe*, Roma, Dino Audino, 2016.

Pavese C., *Dialoghi con Leucò*, Torino, Einaudi, 1947.

Phelan P., *Unmarked. The politics of performance*, London, Routledge, 1993.

Pitozzi E., *Logica della composizione. Scena contemporanea e processi di integrazione neo-tecnologica*, «Annali online. Sezione di Lettere», II, 2, 2007, Doi: [10.15160/issn.1826-803X/139](https://doi.org/10.15160/issn.1826-803X/139).

Pozzi S., Bagnara S., *Interattività e interfaccia*, in *I media digitali e l'interazione uomo-macchina*, a cura di Arcagni S., Ariccia, Aracne, 2015, pp. 55-86.

Randi E., *Per un'edizione critica della danza: riflessioni metodologiche e applicative*, «Danza e ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni», XIV, 14, 2022, Doi: [10.6092/issn.2036-1599/16068](https://doi.org/10.6092/issn.2036-1599/16068).

Randi E., *Primi appunti per un progetto di edizione critica coreica*, «SigMa - Rivista Di Letterature Comparete, Teatro e Arti dello Spettacolo», IV, 2020, Doi: [10.6093/issn.2611-3309/sigma.v0i4.7506](https://doi.org/10.6093/issn.2611-3309/sigma.v0i4.7506).

Sacco D., *Forma atlante e storiografia teatrale. Questioni di metodo*, «La Rivista di Engramma», 199, 2023, Doi: [10.25432/1826-901X/2023.199.0006](https://doi.org/10.25432/1826-901X/2023.199.0006).

Schwab G., *Cyborgs. Postmodern Phantasms of Body and Mind*, «Discourse», Special Issue: *On Technology (Cybernetics, Ecology, and the Postmodern Imagination)*, IX, 1987, pp. 64-84.

Zardi A., *Contro l'oblio: pratiche artistiche e ipotesi di ricerca per la danza del futuro*, «Antropologia e Teatro. Rivista di studi», Speciale *Performing arts e dialogo interculturale*, 16, 2023, Doi: [10.6092/issn.2039-2281/18683](https://doi.org/10.6092/issn.2039-2281/18683).

Nuovi materiali sensorizzati per il monitoraggio dell'umidità nelle murature antiche

Clelia Marrone, Mattia Bassi, Elisa Franzoni

Abstract

Rising damp in historic masonry is one of the main causes of deterioration for architectural heritage. However, its removal from historic masonry walls still remains an open challenge. As a matter of fact, the lack of methods capable of determining precisely and reliably moisture content in materials does not allow to evaluate, over time, the real effectiveness of the restoration solutions adopted. In this research, sensorized materials capable of measuring specific parameters (humidity, temperature) in real time and remotely have been developed. The aim is to obtain useful information for the protection of the walls of historic buildings, allowing rapid and less invasive interventions, before irreversible damage occurs. The encouraging results suggest that this system can contribute to the development of new and more efficient solutions for the conservation of architectural heritage, especially considering that prevention represents the main route to the mitigation and control of deterioration phenomena.

L'umidità di risalita nelle murature storiche rappresenta una delle principali cause di degrado per il patrimonio architettonico mondiale. La sua rimozione resta, tuttavia, ancora una questione aperta. Infatti, la carenza di metodi in grado di determinare in maniera precisa e affidabile il contenuto di umidità nei materiali non permette di valutare, nel tempo, la reale efficacia delle soluzioni di risanamento adottate. Nella presente ricerca sono stati sviluppati materiali sensorizzati in grado di rilevare, in tempo reale e da remoto, specifici parametri (umidità, temperatura) per ottenere informazioni utili alla salvaguardia delle murature degli edifici storici, consentendo interventi rapidi e meno invasivi prima che si verifichino danni irreversibili. I risultati incoraggianti suggeriscono che questo sistema possa contribuire allo sviluppo di nuove soluzioni più efficienti per la conservazione del patrimonio culturale, anche alla luce del fatto che la prevenzione rappresenta la principale forma di mitigazione e controllo del degrado.

Parole chiave: Architectural heritage; Conservation; Rising damp; Sensors; Brick masonry.

Clelia Marrone: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ clelia.marrone2@unibo.it

1. Introduzione

La presenza di umidità nelle murature storiche rappresenta uno dei principali problemi che affliggono il patrimonio architettonico nel mondo. Infatti, è responsabile del degrado dei materiali da costruzione, innescando diversi meccanismi di deterioramento, come cicli di gelo e disgelo, distacco di intonaci e pitture, cristallizzazione salina, attacco chimico e biologico [1,2,3,4] e compromettendo la salubrità degli ambienti interni [5], l'efficienza energetica degli involucri edilizi [1] e le proprietà meccaniche dei materiali [6].

Una delle principali cause dell'umidità nelle murature è la risalita capillare d'acqua dal terreno, un fenomeno spontaneo che si verifica per via delle forze di adesione tra l'acqua e la superficie dei capillari all'interno di un materiale. L'altezza di risalita in un tubo cilindrico ideale di raggio r viene espressa dalla legge di Jurin come:

$$h = \frac{2\tau \cos\theta}{r\rho g}$$

dove θ è l'angolo di contatto tra l'acqua e la superficie del capillare, ρ è la densità del liquido, τ è la tensione superficiale del liquido e g l'accelerazione di gravità [1].

Dalla formula si evince come l'acqua risalga all'interno di un capillare ideale per un'altezza inversamente proporzionale al raggio del capillare stesso. Tuttavia, nella realtà, il fenomeno è ben più complesso, dal momento che subentrano altri fattori che governano l'altezza di risalita nelle murature, come l'apporto di umidità dal terreno, l'evaporazione dell'acqua dalla muratura e le caratteristiche del muro (spessore, materiali, struttura) [7,8].

Nonostante la gravità e l'estensione del fenomeno siano ben note, la rimozione dell'umidità di risalita dalle murature resta ancora una questione aperta dato che, tra le soluzioni attualmente disponibili, poche sono quelle davvero affidabili ed efficaci sul campo [8]. Tra le cause di questo problema, vi è la difficoltà nel determinare in maniera precisa e attendibile il contenuto di umidità nei materiali [9,10,11], informazione che è indispensabile per valutare, nel tempo, la reale efficacia delle soluzioni di risanamento adottate. Infatti, pur essendo numerose, le più comuni tecniche di misura ad oggi utilizzate non sempre consentono misurazioni confrontabili nel tempo, il che rappresenta una grave limitazione se si considera quanto l'umidità negli edifici sia dipendente dalle condizioni ambientali e climatiche, per tener conto delle quali è indispensabile un monitoraggio continuo [12]. Inoltre, la maggior parte di esse non sono adatte ad essere utilizzate negli edifici storici, perché basate su procedure invasive e distruttive che possono compromettere l'integrità di elementi pregiati e/o fragili [13]. Per far fronte a queste problematiche, negli ultimi decenni sono state sviluppate molte tecniche non distruttive per la misura dell'umidità nei materiali da costruzione, basate soprattutto sull'utilizzo di sensori [13,14,15]. Si tratta, in tutti i casi, di misure indirette dell'umidità, cioè condotte a partire da parametri che ne sono influenzati. Infatti, le tecnologie più diffuse sfruttano per lo più proprietà elettriche (resistenza, impedenza, capacità e costante dielettrica), microonde e onde radar, ma vengono studiati anche sistemi più sofisticati che si basano sull'uso di radiazioni e sullo scattering di neutroni [13-19]. Di conseguenza, i parametri misurati non dipendono mai esclusivamente dal contenuto di acqua nel materiale, perché subentrano diverse variabili che potrebbero alterare i risultati, compromettendone l'affidabilità. Inoltre, un ulteriore aspetto da non trascurare riguarda la peculiarità del campo di applicazione, quello dell'architettura storica, caratterizzata

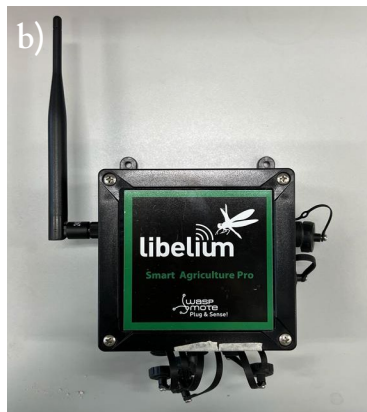
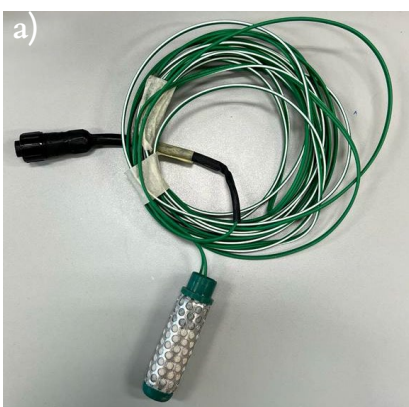
da un'estrema eterogeneità dal punto di vista dei materiali [20], il che rende particolarmente complessa (se non addirittura impossibile) la fase di calibrazione del metodo selezionato per la muratura da monitorare.

2. Materiali e metodi

2.1 Selezione dei sensori

La presente ricerca si pone l'obiettivo di sviluppare un nuovo materiale sensorizzato in grado di rilevare in tempo reale e da remoto l'umidità (in termini di contenuto d'acqua) all'interno delle murature, per consentire un monitoraggio continuo dello "stato di salute" degli edifici storici, fondamentale per condurre interventi mirati, rapidi e meno invasivi, prima che si verificano danni irreversibili. Dal momento che non sono ancora stati sviluppati dispositivi specifici per gli edifici storici, sono stati selezionati dei sensori già disponibili per il settore agricolo (finalizzati all'irrigazione dei campi). Si tratta dei sensori *Watermark Soil Moisture Sensor* (Irrometer Co.), che permettono di determinare il contenuto d'acqua nel suolo misurandone le variazioni di resistenza elettrica (Fig.1a). Sono costituiti da una coppia di elettrodi resistenti alla corrosione, incapsulati in una matrice granulare a base di gesso, in modo tale che gli elettrodi misurano la resistenza elettrica della matrice e, a seguito di una calibrazione operata dal produttore, la convertono in una grandezza utile ai fini agricoli: la *soil water tension* (SWT), ossia la tensione necessaria alle radici delle piante per estrarre acqua dal suolo [21]. Questo parametro dipende da quanto il suolo è bagnato, ossia maggiore è il valore di SWT, minore sarà l'umidità del terreno. Una volta misurati dal sensore, i dati vengono inviati ad una centralina di acquisizione (*Plug&Sense! Smart Agriculture Pro Wi-fi, Libelium*), che permette il collegamento simultaneo di tre sensori Watermark e di una sonda di temperatura (PT-1000, Libelium), quest'ultima necessaria dato che i valori di SWT dipendono anche dalla temperatura (Fig. 1b-c). Infine, i dati sono inviati ad un cloud, dal quale possono essere letti in tempo reale grazie ad una piattaforma online appositamente progettata. I sensori Watermark presentano diversi vantaggi, in particolare hanno un costo contenuto, delle dimensioni compatte (diametro 22 mm, lunghezza 76 mm), non richiedono manutenzione, non devono essere protetti dal gelo e possono durare molti anni, se ben tenuti [22].:

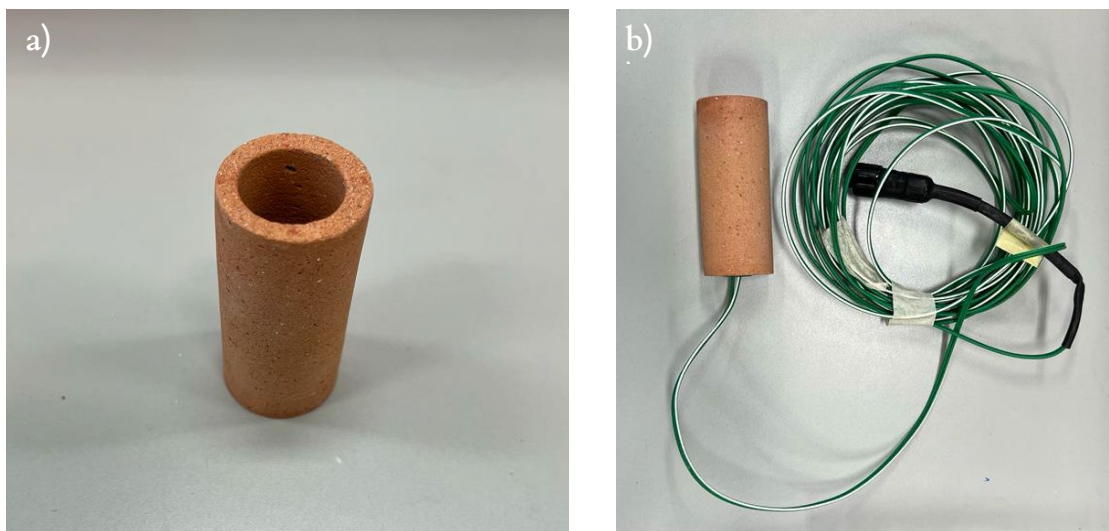
Fig. 1 – a) sensori di umidità Watermark Soil Moisture Sensor, irrometer Co.; b) centralina di acquisizione Plug&Sense! Smart Agriculture Pro Wi-fi, Libelium; c) sensori di temperatura PT-1000, Libelium



2.2 Calibrazione

Dal momento che i sensori sono stati realizzati e calibrati dal produttore per la misurazione dell'umidità nel terreno, si è reso necessario lo sviluppo di un materiale sensorizzato ad hoc (Fig. 2). Come anticipato, una delle principali caratteristiche della muratura storica è l'estrema eterogeneità dei laterizi che la compongono. Data l'impossibilità di calibrare il sensore per ogni singolo laterizio di cui si compone una muratura, è stato sviluppato un materiale di accoppiamento, costituito da un elemento cilindrico in laterizio, avente proprietà e caratteristiche note [23,24]. Il cilindretto ha un diametro di 40 mm ed è lungo 100 mm, con un foro centrale dal diametro di 24 mm e una profondità di 90 mm, adatto per inserire il sensore senza forzarlo, ma consentendo comunque un buon contatto tra i due elementi. In questo modo è stato possibile procedere alla calibrazione, necessaria per convertire i valori di SWT misurati dal sensore in contenuto di umidità percentuale (in peso). La procedura è stata eseguita bagnando i cilindretti in laterizio affinché raggiungessero un determinato grado di umidità, considerando valori da 4% a 18%, quest'ultimo corrispondente alla saturazione. Una volta inserito al loro interno il sensore, i cilindretti sono stati sigillati con pellicola e nastro adesivo, in modo da bloccare l'evaporazione, per un tempo sufficiente affinché l'acqua all'interno del ceramico si distribuisse in modo uniforme, cosa che è stata monitorata con il sensore stesso, verificando che la variazione di SWT in 24h fosse inferiore all'1%. La prova è stata condotta a temperature diverse (10°C, 20°C e 30°C), per tener conto della relativa influenza sulle misure di umidità. La procedura di calibrazione così eseguita ha rilevato una correlazione lineare tra SWT e contenuto di umidità, dipendente dalla temperatura (SWT aumenta con il diminuire della temperatura), per cui è stato possibile ricavare un'equazione empirica di calibrazione, che è stata introdotta nell'applicazione online per consentire un monitoraggio diretto da remoto dell'umidità ponderale nella muratura [23, 24]

Fig. 2 – a) elemento cilindrico di accoppiamento; b) sistema ceramico sensorizzato



2.3 Test del materiale sensorizzato

Il sistema ceramico-sensore così sviluppato è stato preliminarmente sottoposto a vari test in laboratorio. A tal fine, sono stati realizzati dei prototipi di muratura in piccola scala con l'obiettivo di riprodurre nella maniera più realistica possibile il fenomeno dell'umidità di risalita. Tuttavia, nonostante sia piuttosto semplice riprodurre in laboratorio il flusso d'acqua ascendente per capillarità posizionando i muretti all'interno di una vasca con dell'acqua alla base, lo stesso non si può dire per tutti gli altri fattori che contribuiscono a determinare il livello di risalita. Infatti, bisognerebbe far sì che l'umidità diminuisca progressivamente con l'altezza, come avviene nelle murature reali. Nella pratica, i muretti caratterizzati da giunti di malta altamente porosi (ad esempio, a base di calce), diventano in breve tempo completamente saturi. In questo caso, si registrerebbe la stessa quantità di umidità a qualsiasi altezza del muro, rendendo vana la misura dell'umidità con i sensori. Al contrario, muretti con giunti di malta caratterizzati da bassa porosità potrebbero portare ad avere un'altezza di risalita troppo bassa, lasciando gran parte del muro asciutta. Per evitare di incorrere in uno dei due casi, sono stati realizzati tre muretti in laterizio (CEM 1, CEM 2, CEM 3) caratterizzati da giunti di malta cementizia con diversi rapporti acqua-cemento, le cui formulazioni (Tab.1) sono state stabilite in modo da riprodurre il più realisticamente possibile il fenomeno dell'umidità di risalita, senza né saturare completamente i muretti, né bloccare del tutto il flusso d'acqua ascendente (Fig. 3). Per eseguire la prova, è stato poi necessario individuare un metodo di misura dell'umidità alternativo e affidabile, con cui confrontare e validare le misure ottenute dai sensori. A questo scopo, è stato selezionato il metodo gravimetrico, ad oggi considerato il più affidabile per misurare il contenuto di umidità nei materiali, nella versione dei "punti di saggio permanenti". In breve, la tecnica consiste nel praticare un foro nel mattone e inserire al suo interno dei frammenti ricavati dal mattone stesso. È stato dimostrato che, con il tempo, i frammenti raggiungono l'equilibrio termoigrometrico con il materiale circostante, il che significa che l'umidità dei frammenti è la stessa del mattone in cui sono stati inseriti. In questo modo si può effettuare una misura gravimetrica dell'umidità estraendo i frammenti dal foro e determinandone la massa umida e secca, quest'ultima ottenuta mediante essiccazione in stufa a 100 °C fino a massa costante [20]. Si tratta di una prova micro-distruttiva che offre notevoli vantaggi, anche in termini di ripetibilità delle misure nel tempo: al termine della misurazione, infatti, i frammenti possono essere nuovamente inseriti nei fori per una misura successiva, così da poter monitorare l'umidità nella muratura ripetendo il test sempre sugli stessi mattoni. Nei muretti sono stati praticati fori a diversa altezza per la misura di umidità. Ogni foro si compone di un tratto più profondo, avente diametro di 25 mm, che ospita i frammenti su cui eseguire il test gravimetrico, e di un tratto più superficiale, avente diametro di 40 mm, in cui vengono alloggiati i cilindretti in laterizio che ospitano il sensore. Lateralmente, in corrispondenza dei giunti di malta, sono stati praticati dei piccoli forellini (del diametro di 4 mm) per l'inserimento dei sensori di temperatura. Alla base dei muretti, vi è una vasca contenente acqua distillata, il cui livello viene tenuto costante di modo che la base sia sempre immersa in un battente di circa 1 cm, così da alimentare la risalita per capillarità. La prova è stata eseguita per un tempo sufficiente a far sì che i sensori e i frammenti di laterizio si portassero in equilibrio igrometrico con il mattone circostante.

Tab. 1 – Formulazione della malta utilizzata per realizzare i giunti nei muretti
CEM1, CEM2, CEM3, rispettivamente

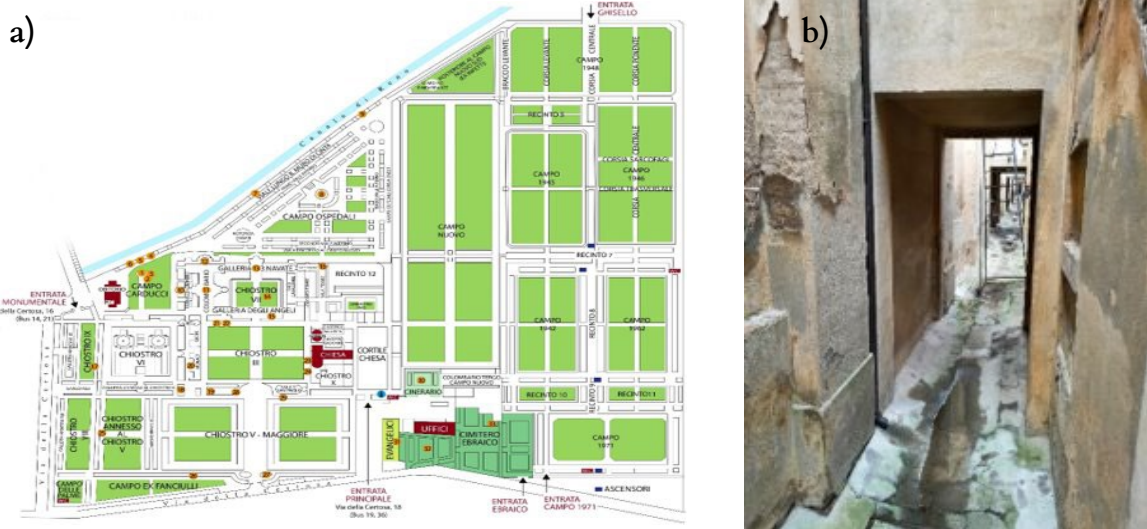
| Formulazione CEM 1: | | | | Formulazione CEM 2: | | | | Formulazione CEM 3: | | | |
|---------------------|---------------|--------------|-------|---------------------|---------------|--------------|-------|---------------------|---------------|--------------|-------|
| A/C = 0,30 | | | | A/C = 0,92 | | | | A/C = 0,30 | | | |
| CEM II 32,5 | Sabbia 0,2 mm | Calce idrata | Acqua | CEM II 32,5 | Sabbia 0,2 mm | Calce idrata | Acqua | CEM II 42,5 | Sabbia 0,2 mm | Calce idrata | Acqua |
| 230 g | 1338 g | 53 g | 292 g | 230 g | 1338 g | 53 g | 260 g | 230 g | 1338 g | 53 g | 292 g |

Fig. 3 – a-b Test del sistema sensorizzato su prototipi di muratura in laboratorio: a) vista di insieme dei tre prototipi; b) vista di uno dei fori di misura



Il ceramico sensorizzato è stato testato anche in situ, nel Cimitero monumentale della Certosa di Bologna, teatro delle più svariate forme di degrado connesse alla presenza di umidità e sali nella muratura. I sensori sono stati collocati in un punto fortemente interessato dal fenomeno dell'umidità di risalita, situato in una posizione strategica protetta dalla pioggia e interdotta ai passanti, pur essendo di facile accesso, privo di elementi di pregio e con la presenza di un collegamento alla corrente elettrica per l'alimentazione della centralina di raccolta e trasmissione dati (Fig. 4). Per l'installazione dei sensori si è resa necessaria dapprima la rimozione dell'intonaco (possibile perché non di pregio, essendo di natura cementizia e quindi applicato in un intervento di restauro precedente), di seguito la foratura per l'inserimento dei sensori e, infine, la copertura con un intonaco compatibile con l'esistente. Prima di procedere all'installazione del ceramico sensorizzato, sono state svolte delle indagini preliminari per la determinazione dello stato di degrado della muratura esistente, analizzando il contenuto d'acqua (metodo gravimetrico) e di sali (cromatografia a scambio ionico) in frammenti superficiali già distaccati o in fase di distacco di laterizi, malta e intonaco e su polveri ottenute tramite la realizzazione di piccoli fori con il trapano nei laterizi a diverse profondità e a diverse altezze da terra.

Fig. 4 - a-b Localizzazione del punto di installazione del ceramico sensorizzato presso il Cimitero Monumentale della Certosa



3. Risultati

Dalla prova condotta sui prototipi di muratura in laboratorio, si è osservato, sia visivamente che analizzando i dati raccolti dai metodi di misura utilizzati, come l'andamento dell'umidità sia decrescente con l'altezza dei punti di misura, così come accade nelle murature reali. Pertanto, si possono ritenere soddisfacenti i muretti realizzati per eseguire il test e, in particolare, le formulazioni utilizzate per i giunti di malta cementizia sono idonee a riprodurre realisticamente il fenomeno della risalita capillare in laboratorio. Tuttavia, si evidenzia una certa discrepanza tra i dati ottenuti con il metodo gravimetrico e quelli misurati dai sensori: si rileva, infatti, una sovrastima dell'umidità da parte di questi ultimi (Tab. 2). La causa di ciò potrebbe essere il prolungato flusso di risalita capillare (di gran lunga più intenso di quello che si verifica sul campo) che può aver provocato la condensazione di alcune goccioline di acqua sulla superficie del sensore. Inoltre, ci sono altri fattori da non trascurare che inciderebbero sui valori di resistenza elettrica e, di conseguenza, sulle misure di umidità effettuate dai sensori, come ad esempio la presenza di sali all'interno della muratura. Nonostante il produttore garantisca l'indipendenza delle misure dalla salinità dell'ambiente circostante, i sali sono igroscopici e, dunque, non si può escludere che possano trattenere più acqua nella matrice granulare che avvolge gli elettrodi, oltre ad influenzare le dinamiche di evaporazione dell'acqua in caso di cristallizzazione. Un altro aspetto di cui tener conto è la posizione della sonda di temperatura, che non è stata collocata nello stesso punto di misura del sensore Watermark per limiti costruttivi del sistema ceramico sensorizzato. Il posizionamento in corrispondenza del giunto di malta centrale in ciascuno dei muretti, cioè a una certa distanza da quello di misura dell'umidità, potrebbe aver influenzato le misure.

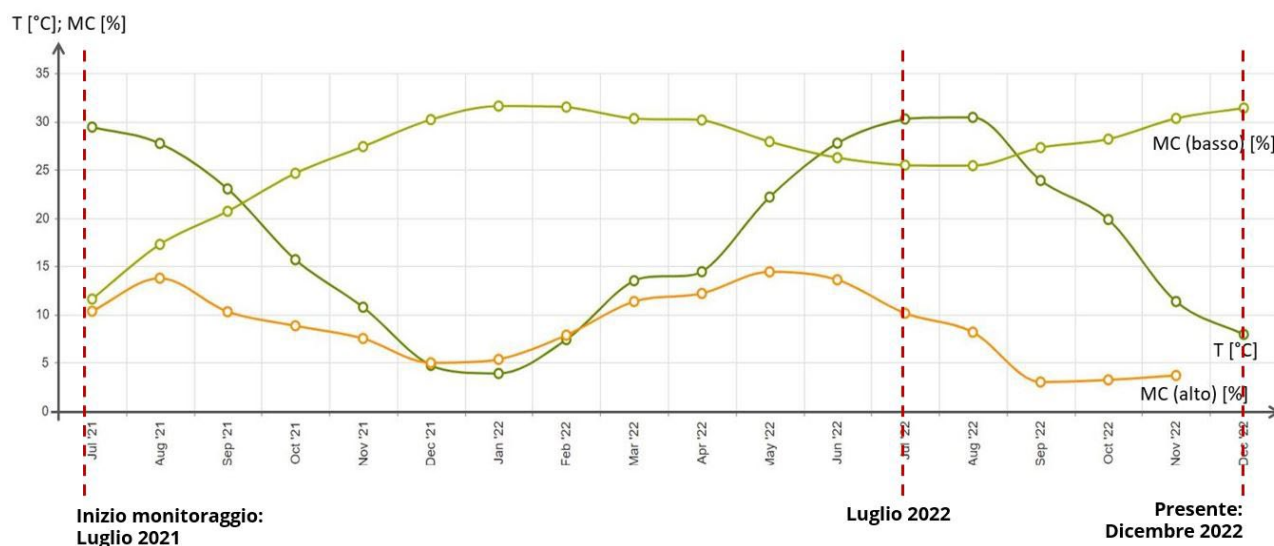
Tab. 2 – Confronto tra le misure di umidità rilevate nei tre prototipi di muratura (CEM 1, CEM 2, CEM 3) nei vari punti di misura ricavati a diverse altezze (A-basso, C-medio, B-alto) mediante metodo gravimetrico e sensori, rispettivamente (valori medi)

| Sample wall | CEM 1 | | | CEM 2 | | | CEM 3 | | |
|-----------------------------|---------|------------|----------|---------|------------|----------|---------|------------|----------|
| | Low (A) | Medium (C) | High (B) | Low (A) | Medium (C) | High (B) | Low (A) | Medium (C) | High (B) |
| Moisture - grav. Method [%] | 18.30 | 18.33 | 17.62 | 18.45 | 18.33 | 16.62 | 18.34 | 17.37 | 15.95 |
| Moisture - Sensors [%] | 30.91 | 30.16 | 7.89 | 30.02 | 30.25 | 28.43 | 29.6 | 29.88 | 19.9 |

Per quanto riguarda i test condotti in situ, il monitoraggio presso il Cimitero Monumentale della Certosa di Bologna è iniziato a luglio 2021 e è ancora in corso.

I valori misurati nelle stagioni più miti sono del tutto in linea con i dati ricavati dalle indagini preliminari e, in generale, dall'andamento dell'umidità in una muratura, che è maggiore nel punto più basso di misura. In particolare, all'inizio del monitoraggio (luglio 2021), i valori misurati dalla sonda più alta (a circa 80 cm da terra) e da quella più bassa (a circa 10 cm da terra) erano in ottimo accordo con quelli determinati contestualmente con metodo gravimetrico. Per quanto riguarda il punto più alto, si registrano, come atteso, umidità più elevate nella stagione invernale che in quella estiva, ma i valori appaiono leggermente sovrastimati, probabilmente a seguito di effetti di condensa analoghi a quelli ipotizzati per i prototipi di laboratorio. Tuttavia, nelle misure effettuate durante la stagione invernale, il punto di misura più alto mostra sì una riduzione significativa del contenuto di umidità rispetto alle stagioni più calde (Fig. 5). Si è precedentemente osservato, durante la fase di calibrazione, che a temperature più basse corrispondono valori di SWT più alti a parità di contenuto di umidità. Questo aspetto, insieme al superamento del range di temperatura per il quale i sensori sono stati calibrati (10-30°C), può aver portato ad una sovrastima dei valori di SWT (e quindi una sottostima del contenuto di umidità) più alti di 239 cbar (range di affidabilità dello strumento). Nonostante queste discrepanze, il monitoraggio rimane pur sempre indicativo delle variazioni di umidità avvenute all'interno della muratura per oltre un anno. Inoltre, è stata raccolta una mole di dati tale da poter studiare nel lungo periodo la situazione termoigrometrica della muratura in relazione anche ai dati ambientali e al sistema di falde che interessano l'area in esame. Questo tipo di analisi è interessante per valutare delle possibili correlazioni tra l'umidità di risalita registrata nelle varie stagioni, i livelli di falda e i dati climatici, in modo tale da avere una visione complessiva del fenomeno e poter fare anche delle previsioni sul suo andamento nel corso dell'anno.

Fig. 5 – Interfaccia del cloud, da cui è possibile leggere in tempo reale e da remoto le misure di umidità e temperatura rilevate dai sensori nella prova condotta presso il Cimitero Monumentale della Certosa di Bologna, nel periodo luglio 2021 – dicembre 2022



4. Conclusioni

La presente ricerca si pone l'obiettivo di fornire un contributo significativo allo sviluppo di nuove soluzioni per la misura dell'umidità nei materiali dell'architettura storica. In particolare, data la carenza di tecniche che consentano misurazioni affidabili, quantitative e ripetute nel tempo, è stato sviluppato e testato un sistema sensorizzato *ad hoc* in grado di misurare in continuo e da remoto il contenuto di umidità nelle murature antiche, caratterizzate da un'estrema eterogeneità. Il sistema, composto da un sensore a matrice granulare progettato per fini agricoli (*Watermark Soil Moisture Sensor*, Irrometer Co) e da un elemento cilindrico in laterizio di accoppiamento, è stato calibrato con successo per misurare l'umidità nei materiali da costruzione ed è stato così sperimentato su alcuni prototipi di muratura in laboratorio e poi in situ presso il Cimitero Monumentale della Certosa di Bologna, le cui murature sono interessate dalle più svariate forme di degrado connesse alla presenza di umidità e sali nella muratura. Per quanto riguarda il test in laboratorio, è stato riprodotto con successo in maniera realistica il fenomeno della risalita capillare d'acqua nei muretti impiegati per la prova. Il confronto tra le misure rilevate dai sensori e quelle ottenute con il metodo gravimetrico, ad oggi ritenuto il più affidabile, ha evidenziato una sovrastima del contenuto di umidità da parte dei sensori, probabilmente a causa della formazione di condensa all'interno della matrice granulare. Inoltre, non possono essere trascurati altri aspetti che potrebbero aver influenzato le misure, come la presenza di sali all'interno dei materiali. La sperimentazione condotta in situ in continuo per oltre un anno ha fornito risultati interessanti circa le variazioni dell'umidità con le condizioni ambientali e stagionali. Tuttavia, anche in questo caso sono necessari ulteriori approfondimenti, soprattutto per quanto riguarda il livello di falda della zona su cui si trova la muratura, dato che

si sono manifestate delle anomalie nelle misure, in particolare in quelle ottenute durante la stagione invernale.

Per quanto riguarda le caratteristiche costruttive del sistema sensorizzato, diverse sono le questioni da affrontare per l'ottimizzazione del prototipo. In primo luogo, per quanto di dimensioni contenute, sarebbe opportuno lavorare ad una miniaturizzazione del sensore, per limitare l'azione distruttiva della sua installazione, soprattutto in un contesto come quello del restauro architettonico, in cui vige il principio del minimo intervento. Inoltre, nonostante i cavi che connettono i sensori alla centralina di acquisizione dati si possano facilmente nascondere nei giunti di malta della muratura o al di sotto dell'intonaco, lo sviluppo di un dispositivo wireless permetterebbe di avere più libertà nella selezione dei punti in cui effettuare la misura dell'umidità in una muratura. Infine, come già anticipato, sarebbe ideale inserire i sensori di temperatura e di umidità nello stesso foro, per evitare i relativi problemi dovuti alla misurazione dei due parametri in posizioni diverse. Infine, si sta lavorando allo studio dell'equilibrio che si instaura tra il cilindretto di laterizio del sensore e il laterizio circostante e i primi dati suggeriscono che si instauri un equilibrio in termini di grado di saturazione piuttosto che di contenuto ponderale di acqua.

Bibliografia:

- [13] Agliata R., Mollo L., Greco R., *Moisture measurements in heritage masonries: a review of current methods*, «Material Evaluation», vol. 76(11), 2018, pp. 1468–1477: https://www.researchgate.net/publication/325285165_Moisture_measurements_in_heritage_masonries_a_review_of_current_methods.
- [23] Bassi M., Franzoni E., *New Sensors for Moisture Monitoring in Historic Walls: Preliminary Results*, in Garcia J.I., Castro Borges P., Duran-Herrera A. (eds), *Escalante- Proceedings of the 75th RILEM Annual Week 2021. RW 2021*, RILEM Bookseries, vol 40, 2023 Springer: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-21735-7_87.
- [11] Bison P., Cadelano G., Capineri L., Capitani D., Casellato U., Faroldi P., Grinzato E., Ludwig N., Olmi R., Priori S., Proietti N., Rosina E., Ruggeri R., Sansonetti A., Soroldoni L., Valentini M., *Limits and Advantages of Different Techniques for Testing Moisture Content in Masonry*, «Materials Evaluation», vol. 69(1), 2011, pp. 111–116: <https://hdl.handle.net/11311/577964>.
- [17] Cacciotti R., Valach J., Wolf B., *Innovative and easy-to-implement moisture monitoring system for brickunits*, «Construction and Building Materials», vol. 186, 2018, pp. 598–614, DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2018.07.125](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.125).
- [3] Charola A.E., *Salts in the Deterioration of Porous Materials: An Overview*, «Journal of the American Institute for Conservation», vol. 39, 2000, pp. 327–343, DOI: [10.1179/019713600806113176](https://doi.org/10.1179/019713600806113176).
- [9] Franzoni E., Bandini S., Graziani G., *Rising moisture, salts and electrokinetic effects in ancient masonries: from laboratory testing to onsite monitoring*, «Journal of Cultural Heritage», vol. 15(2), 2014, pp. 112–120, DOI: [10.1016/j.culher.2013.03.003](https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.03.003).
- [24] Franzoni E., Bassi M., *A new sensorized ceramic plug for the remote monitoring of moisture in historic masonry walls: First results from laboratory and onsite testing*, «Structural Control Health Monitoring», 2022: <https://doi.org/10.1002/stc.3126>.
- [1] Franzoni E., *Rising damp removal from historical masonries: A still open challenge*, «Construction and Building Materials», vol. 54, 2014, pp. 123–136, DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2013.12.054](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.054).
- [8] Franzoni E., *State-of-the-art on methods for reducing rising damp in masonry*, «Journal of Cultural Heritage», vol. 31, 2018, pp. 53–59, DOI: [10.1016/j.culher.2018.04.001](https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.001).
- [6] Gentilini C., Franzoni E., Bandini S., Nobile L., *Effect of salt crystallisation on the shear behaviour of masonry walls: an experimental study*, «Constr Build Mater», vol. 37, 2012, pp. 181–189, DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2012.07.086](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.07.086).
- [16] Grinzato E., Peron F., Strada M., *Moisture monitoring of historical buildings by long-period temperature measurements*, «Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering», vol. 3700, 1999, DOI: [10.1117/12.342317](https://doi.org/10.1117/12.342317).
- [7] Guimarães A.S., Delgado J.Q., De Freitas V.P., *Rising damp in walls: Evaluation of the level achieved by the damp front*, «Journal of Building Physics», vol. 37(1), 2012, pp. 6–27, DOI: [10.1177/1744259112453822](https://doi.org/10.1177/1744259112453822).
- [15] Healy W.M., *Moisture Sensor Technology: A Summary of Techniques for Measuring Moisture Levels in Building Envelopes*, «ASHRAE Transactions», vol. 109, 2003, pp. 232–242: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/moisture-sensor-technology-summary-techniques/docview/192512842/se-2>.
- [22] Hock C., Wang F.X., *Soil Water Tension, a Powerful Tool for Productivity and Stewardship*, «HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science», vol. 46(2), 2011, pp. 178–185, DOI: [10.21273/HORTSCI.46.2.178](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.2.178).
- [14] Hola A., *Measuring of the moisture content in brick walls of historical buildings—the overview of methods*, «IOP Conference Series Materials Science and Engineering», vol. 251(1), 2017, DOI: [10.1088/1757-899X/251/1/012067](https://doi.org/10.1088/1757-899X/251/1/012067).
- [2] Lisø K.R., Kvande T., Hygen H.O., Thue J.V., Harstveit K., *A frost decay exposure index for porous, mineral building materials*, «Build. Environ.», vol. 42, 2007, pp. 3547–3555, DOI: [10.1016/j.buildenv.2006.10.022](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.022).
- [5] Mendell M., Mirer A., Cheung K., Tong M., Douwes J., *Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence*, «Environmental Health Perspectives», vol. 119, 2011, pp. 748–756, DOI: [10.1289/ehp.1002410](https://doi.org/10.1289/ehp.1002410).

- [10] Nilsson L.O. (Ed.), *Methods of Measuring Moisture in Building Materials and Structures*, «RILEM State-of-the-Art Reports», vol. 26, 2018: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-74231-1>.
- [19] Phillipson M.C., Baker P.H., Davies M., Ye Z., McNaughtan A., Galbraith G.H., McLean R.C., *Moisture measurement in building materials: An overview of current methods and new approaches*, «Building Services Engineering Research and Technology», vol. 28(4), 2007, pp. 303-316, DOI: [10.1177/0143624407084184](https://doi.org/10.1177/0143624407084184).
- [12] Rosina E., *When and how reducing moisture content for the conservation of historic building. A problem solving view or monitoring approach?*, «Journal of Cultural Heritage», vol. 31, 2018, pp. 582-588, DOI: [10.1016/j.culher.2018.03.023](https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.03.023).
- [20] Sandrolini F., Franzoni E., *An operative protocol for reliable measurements of moisture in porous materials of ancient buildings*, «Building and Environment», vol. 41(10), 2006, pp. 1372-1380, DOI: [10.1016/j.buildenv.2005.05.023](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.023).
- [21] Shock C.C., Flock R., Feibert E., Shock C.A., Pereira A., *Irrigation Monitoring Using Soil Water Tension*, «Sustainable Agriculture Techniques», 2005: https://www.researchgate.net/publication/237786409_Irrigation_Monitoring_Using_Soil_Water_Tension.
- [18] Stojanović G., Radovanović M., Malešev M., Radonjanin V., *Monitoring of Water Content in Building Materials Using a Wireless Passive Sensor*, «Sensors», vol. 10, 2010, pp. 4270-4280, DOI: [10.3390/s100504270](https://doi.org/10.3390/s100504270).
- [4] Viitanen H., Vinha J., Salminen K., Ojanen T., Peuhkuri R., Paajanen L., Lähdesmäki K., *Moisture and Bio-deterioration Risk of Building Materials and Structures*, «Journal of Building Physics», vol. 33(3), 2010, pp. 201-224, DOI: [10.5772/21184](https://doi.org/10.5772/21184).

L'argento c'è ma non si vede

Problematiche e metodologie per il restauro di manufatti archeologici fragili

Cecilia Norfini

Abstract

The work was born from the interest in investigating the qualified surface of silver, the level of legibility to be achieved and the most suitable type of cleaning for the purpose of its conservative restoration. The occasion was offered by the restoration of two groups of archaeological artefacts which have in common the presence of silver in the form of a surface coating and as inlaid decorative elements. Following various mechanical, chemical and laser cleaning tests, which favored respect for the material, a cleaning was then carried out which would highlight the functional elements for the study of the artifacts, such as the technological signs and the identification elements iconography, through selective cleaning.

Il lavoro è nato dall'interesse rivolto ad indagare la superficie qualificata dell'argento, il livello di leggibilità da raggiungere e il tipo di pulitura più adatto al fine del suo restauro conservativo. L'occasione è stata offerta dal restauro di due gruppi di manufatti archeologici che hanno in comune la presenza di argento sotto forma di rivestimento superficiale e come elementi decorativi ageminati. In seguito a diversi test di pulitura meccanica, chimica e con laser, che privilegiassero il rispetto della materia, è stata quindi portata avanti una pulitura che mettesse in luce gli elementi funzionali allo studio dei manufatti, come i segni tecnologici e gli elementi d'identificazione iconografica, attraverso delle puliture selettive.

Parole chiave: Argento archeologico; puliture mirate; puliture laser.

Cecilia Norfini: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ cecilia.norfini@gmail.com

1. Introduzione

Nella storia del restauro dell'argento le scelte di pulitura, che venivano e vengono tutt'ora portate in atto, spesso si differenziano da quelle che guidano l'intervento sugli altri metalli. In campo archeologico il concetto di patina è fondamentale; si concorda sul fatto che il restauro non debba ricercare il metallo vivo, ma la superficie stabile che si porta dietro i segni del tempo.

Essendo, però, l'argento, insieme all'oro, considerato un metallo nobile, a questi due materiali è riservato un trattamento speciale nel processo di restauro, volto a rintracciare quella superficie che, in origine, dava un tale senso di preziosità da farli definire "nobili".

Mentre per l'oro questo approccio è sensato, essendo stabile e non manifestando importanti segni del tempo, per l'argento invece lo è meno, essendo tutt'altro che stabile e formando patine di ossidazione che vanno a modificare le caratteristiche fisiche/chimiche ed estetiche del materiale.

Nonostante questo, vediamo come la pulitura di un bene culturale in argento, storico-artistico o archeologico che sia, viene approcciata in modo simile a quello dell'argenteria di casa,¹ tanto a fondo da poterci specchiare sulla superficie riflettente senza considerare ciò che viene così asportato.

Sulla base di queste considerazioni derivano le domande: «Esiste una superficie qualificata dell'argento e, se sì, come individuarla? Secondo quali principi indagarla? Esiste un concetto di patina dell'argento? Quali sono i tipi di pulitura più adatti ai fini del loro restauro conservativo?»

Attraverso lo studio e il restauro di due gruppi di manufatti archeologici di provenienza ed epoca diversa, si è cercato di dare una risposta a questi argomenti.

2. Casi studio: descrizione e stato di conservazione

Il primo gruppo (Fig. 1) proviene da un ripostiglio monetale² rinvenuto a Varzi, vicino Pavia, contenente 1300 monete romane del III secolo d.C., tra le quali cento sono state selezionate per il restauro. Queste hanno un tondello in lega quaternaria Cu-Sn-Pb-Ag e argentatura superficiale. Il secondo gruppo (Fig. 2) consiste di una trentina di elementi di guarnizione, con struttura in ferro e decorazioni ageminate in argento e ottone, appartenenti a cinture multiple longobarde,³ rinvenuti durante gli scavi per la realizzazione della linea 4 della metropolitana nella città di Milano presso San Vittore al Corpo.⁴

Fig. 1 – Gli elementi di guarnizione



Fig. 2 – Monete del ripostiglio di Varzi, divise in tre gruppi prima degli interventi di restauro



In questo lavoro l'individuazione della superficie qualificata non ha suscitato particolari problemi, perché l'argento (presente come materiale di placcatura e decorativo), salvo in pochi casi, non presentava patine da eliminare o meno in base a criteri di gusto, bensì spessi e resistenti strati di prodotti di corrosione dei metalli (Fig. 3-4) che maggiormente si corrodono a contatto con l'argento.

Fig. 3 – Moneta sn121 presa a campione, prima del restauro



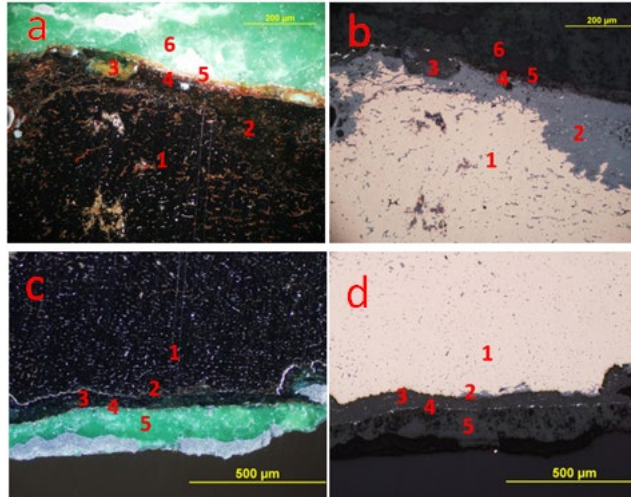
Fig. 4 – Elemento 9 preso a campione, prima del restauro



Liberare la superficie d'argento da queste concrezioni, senza danneggiarla, è stata la sfida principale dell'intervento. In entrambi i gruppi di reperti, le leghe e i metalli meno nobili si sono deteriorati anche internamente, perdendo la loro consistenza e, nel caso degli elementi di guarnizione, anche la loro forma. È stato trovato, quindi, un argento che, pur essendo protetto dall'interazione galvanica⁵ e, nonostante avesse mantenuto l'aspetto metallico, risultava deteriorato a sua volta, e inoltre privo di un buon supporto, presentava problemi di stabilità fisica più che chimica.

Sotto lo strato di argento delle monete, sono presenti delle aree di corrosione, non uniformi, con prodotti di corrosione del rame (cuprite) e, con elevata probabilità dello stagno (cassiterite).⁶ La tonalità grigia e la consistenza polverulenta che ha assunto il tondello sotto lo strato di argento dipendono con elevata probabilità da questi ultimi.⁷ Il film di Ag non è uno strato ben definito; è eterogeneo nello spessore ed a volte formato da granuli ravvicinati. Inoltre risulta estremamente compenetrato dai prodotti di corrosione sia sottostanti, costituiti da ossidi, che soprastanti costituiti da ossidi e idrossi-carbonati di rame (Fig. 5). Le concrezioni verdi esterne sono di malachite⁸ (Tab. 1).

Fig. 5 – Dettagli ad ingrandimento 100x della sezione metallografica: a) immagine della stratigrafia sul lato alto della sezione metallografica in campo scuro ad ingrandimento 200x; b) immagine della stratigrafia su lato basso della sezione metallografica in campo chiaro ad ingrandimento 200x



Tab. 1 – Descrizione della stratigrafia

| Strato | Colore (DF) | Descrizione |
|--------|----------------|--|
| 1 | nero | Lega |
| 2 | Grigio/marrone | corrosione sotto la superficie originale |
| 3 | Verde scuro | corrosione sotto la superficie originale |
| 4 | argento | Argentatura |
| 5 | rosso/arancio | ossidi di rame |
| 6 | verde | carbonati di rame |

| Strato | Colore (DF) | Descrizione |
|--------|----------------|--|
| 1 | nero | lega |
| 2 | Grigio/marrone | corrosione sotto la superficie originale |
| 3 | Verde scuro | corrosione sotto la superficie originale |
| 4 | argento | argentatura |
| 5 | verde | carbonati di rame |

Si osserva, in sintesi, una corrosione elettrochimica tipica dei metalli ricoperti da altri maggiormente nobili: corrosione preferenziale del metallo meno nobile a vantaggio di quello maggiormente nobile.⁹

Tali informazioni sono risultate utili nella definizione dell'approccio metodologico della pulitura. Essendo molto difficoltosa la liberazione dello strato di argento a causa della consistenza tenera dello strato sottostante e quella dura delle concrezioni verdi esterne ed essendo queste ultime del tutto stabili, si è preferito mantenerle in loco come labile strato, piuttosto di tentare la completa liberazione dell'argentatura con il rischio di asportare anche gli strati sottostanti.

Gli elementi in ferro ageminati erano invece interessati da prodotti di corrosione del ferro che, a causa della voluminosità che li caratterizza, rendono totalmente illeggibili le forme e le superfici dei manufatti.

La superficie di un ferro archeologico,¹⁰ costituita da prodotti di ossidazione del ferro, è, quindi, completamente mutata rispetto a quella precedente alla giacitura. Il manufatto, che prima aveva una forma compatta e definita, cambia completamente connotazioni generali, perdendo i confini e portando alla formazione di un'intricata rete di fessurazioni e a problemi strutturali.

I prodotti di ossidazione sono di un colore marrone arancio e, in base allo stadio di deterioramento in cui l'oggetto si trova, possono essere più o meno compatti o polverulenti.

La materia si mineralizza, apportando rigidità all'intera struttura e, dove il metallo non riesce a rispondere tramite deformazione elastica o plastica, il materiale tende a fratturarsi con grande facilità. Nei casi in cui il deterioramento è a uno stadio molto avanzato, avviene la formazione di vuoti là dove prima si trovava l'anima dell'oggetto metallico.¹¹

Anche l'argento degli elementi di guarnizione (Fig. 8) presenta più problemi da un punto di vista fisico che chimico poiché la superficie ha un buono stato di conservazione con aspetto metallico ma la maggior parte dei fili che costituiscono le agemine, a causa dei voluminosi prodotti di corrosione del ferro che hanno provocato stress fisici sulla decorazione sovrastante, sono fuoriusciti dagli alloggi e, stando sospesi nel vuoto, risultano molto fragili.

Fig. 7 – Dettagli del buono stato di conservazione dell'elemento 15



Fig. 8 – Fili di agemina saltati dall'alloggio in ferro (elemento 20)



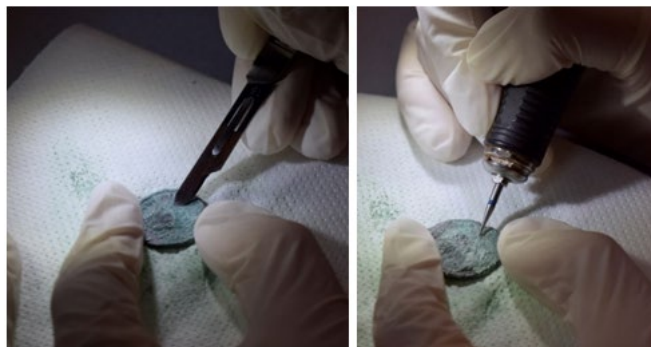
3. *Intervento di restauro*

L'occasione del lavoro è nata dalla volontà da parte di diversi gruppi di ricerca¹² di studiare questi materiali. Il restauro è stato quindi innanzitutto funzionale all'analisi da parte degli esperti, che hanno guidato chi scrive nella comprensione degli elementi da indagare, sulla base dei quali è stato redatto il progetto di restauro.

3.1 *Pulitura meccanica*

Con l'obiettivo d'intervenire nel massimo rispetto delle superfici sono state effettuate molte prove per determinare la migliore metodologia d'intervento. I test di pulitura meccanica, quelli con bisturi e micromotore con applicazione di punte diamantate¹³ (Fig. 9), riuscivano ad assottigliare i prodotti di corrosione più spessi delle monete ma non a liberare completamente la superficie per l'eccessivo rischio di danneggiare la fragile superficie argentata.

Fig. 9 – Pulitura meccanica a bisturi e con micromotore e punta diamantata su moneta



L'assottigliamento dei prodotti di corrosione del ferro (Fig. 10) è stato realizzato con il solo uso di micromotore e punte diamantate,¹⁴ procedendo in modo controllato grazie alla guida data dalle immagini radiografiche (Fig. 11).

Fig. 10 Pulitura meccanica con micromotore e punta diamantata su elemento 6

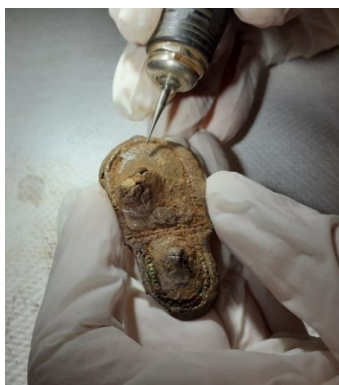


Fig. 11 – Immagine radiografica dell'elemento 6



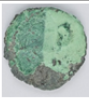

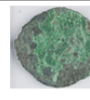






3.2 Pulitura laser

Per liberare le superfici precedentemente trattate meccanicamente dall'ultimo sottile strato di prodotto di corrosione si è ritenuto interessante testare la pulitura laser. Proprio la caratteristica dell'argento di essere riflettente¹⁵ faceva sperare che il laser, con la sua selettività, potesse essere una tipologia di pulitura idonea. Nonostante questo, non risultava fossero state fatte prove di pulitura laser su materiali simili a quelli trattati in questa sede: argento in forma di sottile argentatura e di agemina su substrati mineralizzati.

Per entrambi i gruppi, però, l'operazione di rimozione delle diverse concrezioni è risultata lunga e difficoltosa e i danni apportati alla superficie sono visivamente maggiori degli effetti positivi della pulitura. In molti casi, nonostante l'insistenza, le concrezioni non sono venute via. Là dove c'è stata asportazione del materiale da eliminare, questa non è comunque avvenuta in modo uniforme, ha provocato la perdita della superficie originale e, probabilmente, l'infragilimento del materiale.

Il principale problema è risultato proprio la disomogeneità della concrezione da rimuovere, che in alcuni punti era particolarmente consistente e in altri assente fin dall'inizio. Inoltre, considerata la superficie limitata, è stato difficile indirizzare il laser in modo così puntuale da agire senza coinvolgere le aree in cui la superficie era scoperta. L'annerimento, probabilmente dovuto alla presenza di piombo¹⁶ nella lega di rame (Tab. 2), è stato accompagnato da un leggero viraggio della superficie verso i toni del rosso, dovuto al fenomeno di ossidazione della fase rame. In alcuni casi, però, sia l'annerimento che la formazione di cuprite non sono rimasti a livello superficiale e sono risultati tanto consistenti da non mutare minimamente dopo il loro trattamento con abrasivo. La superficie d'argento trattata risulta, infatti, annerita e la texture sembra aver subito delle microfusioni. L'agemina in ottone di colore giallo ha cambiato completamente tonalità, virando verso un rossiccio, che fa pensare alla perdita di zinco a favore del rame.¹⁷

Tab. 2 – Prove di pulitura su tre monete di Varzi

| Oggetto | Sn96 | Sn122 | Sn108 |
|------------------|---|---|--|
| Laser utilizzato | EOS1000 LQS | EOS1000 LQS | THUNDER COMPACTND: YAG |
| Energia | 130 mJ | 130 mJ | 0.2J |
| Durata impulso | 100 ns | 100 ns | Circa 6 ns |
| Lunghezza d'onda | 1064 nm | 1064 nm | 532 nm |
| Frequenza | 2 Hz | 2 Hz | 2 Hz |
| Foto prima |  |  |  |
| Foto durante |  |  |  |
| Foto dopo |  |  |  |

3.3 Pulitura chimica

I metodi chimici, efficaci nella rimozione di determinati prodotti di corrosione, hanno il vantaggio di essere più veloci dei metodi meccanici. D'altra parte sono più difficili da controllare e spesso si possono rivelare inadatti, per esempio, in presenza di oggetti placcati.

In presenza di spessi strati di corrosione sopra la superficie, è stato sempre necessario far precedere alle prove di pulitura chimica una pulitura meccanica, così da lasciare solo il sottilissimo strato di concrezione più aderente alla superficie e, quindi, più rischioso da rimuovere senza danneggiarla.¹⁸ Le prove sulle monete sono state fatte con diversi reagenti addizionati solitamente a solvent gel, come AgarArt®, così che il trattamento risultasse il più possibile localizzato e circoscritto alla superficie.

Tra gli agenti attivi testati citiamo l'EDTA trisodico, i Sali di Rochelle, l'acido citrico e l'ammonio citrato. In questi casi l'impacco riusciva ad ammorbidire ed estrarre i sali di rame, come dimostra il colore azzurro che assumeva (Fig. 12), ma anche in questo caso la problematica all'uso di tale metodo era la disomogeneità con cui i prodotti di corrosione si trovavano sulla superficie che faceva sì che l'impacco entrasse in contatto anche con zone libere e che venissero danneggiate dal trattamento. È stato quindi possibile mettere in atto tale metodo solo su quelle monete la cui superficie era omogeneamente coperta da uno strato di prodotti di corrosione.

Fig. 12 – Monete sn101 prima, durante e dopo il trattamento con EDTA trisodico 12% in gel di Agar per 10 minuti



3.4 Pulitura mirata

Alcune monete di Varzi sono state scelte sulla base del loro stato di conservazione per essere oggetto di una pulitura selettiva (Fig. 13). L'idea originale era quella di aprire delle "finestre" di pulitura per portare alla luce gli elementi funzionali all'identificazione dei vari esemplari e, contemporaneamente, non gravare sulle restanti superfici, molto compromesse. Nonostante non sia stato possibile ottenere delle vere e proprie "finestre", che scoprissero l'argentatura all'interno degli strati concrezionati a causa delle problematiche conservative, si è riusciti a concentrare l'azione sugli elementi di interesse¹⁹ e, quindi, a permetterne il riconoscimento ottimizzando il lavoro a livello di tempi e costi.

Fig. 13 – Dritto moneta sn182 prima, durante e dopo la pulitura minimale e mirata alle zone d'interesse



4. Finitura delle agemine

Sulle decorazioni ageminate degli elementi di guarnizione, successivamente al trattamento con micromotore e punte diamantate, è stato deciso di fare dei test di finitura utilizzando diversi gommini e spazzole applicati al micromotore. Nella maggior parte delle prove fatte con i gommini sia a punta che a disco di varie durezza e potere abrasivo²⁰ il risultato ottenuto è stata la completa liberazione del decoro dalle concrezioni ma, contemporaneamente, la formazione di una superficie riflettente (Fig. 14) che ha perso completamente le caratteristiche e i segni di lavorazione emersi con la pulitura precedente. Tra le spazzole con setole di diversa natura e durezza l'unica che è risultata efficace nel rispetto delle superfici è la Scotchbrite® grigia a grana fine.

Successivamente è stata usata la Perfection 7057 della Faber-Castell®²¹ (gomma matita-punta rosa e bianca), che dispone di due punte, una bianca abrasiva e una rossa senza abrasivo con effetto lucidante.²² È stata testata solo quest'ultima e il risultato (Fig. 15) è stato molto soddisfacente: le superfici sono risultate più lucenti, senza essere in alcun modo segnate e i residui della gomma sono stati molto semplici da rimuovere con pennello a setole morbide.

Fig. 14 – Elemento 7 prova di rifinitura con gommina eve



Fig. 15 – Prima e dopo la fase di rifinitura dell'elemento 2



Sono così stati valorizzati i motivi delle decorazioni ageminate, già precedentemente riconosciute tramite radiografie e che dimostravano l'appartenenza degli elementi a due

diverse guarnizioni di cintura multipla della seconda metà del VII secolo d.C. La guarnizione più completa e meglio conservata (Fig. 16) presenta delle decorazioni²³ nel così detto stile animalistico armonioso²⁴ mentre i restanti elementi (Fig. 17) presentano una decorazione in stile spiraliforme.²⁵

Fig. 16 – Elementi in stile animalistico armonioso dopo il restauro



Fig. 17 – Elementi in stile spiraliforme dopo il restauro



5. RTI

Per approfondire la documentazione e migliorare la resa finale è stata sperimentata l'RTI (Reflectance Transformation Imaging) su una moneta del ripostiglio di Varzi (Fig. 18), posteriormente all'intervento di restauro.

Fig. 18 – Esempi dei risultati ottenuti. Le immagini mostrano due diversi posizionamenti della luce



Si tratta di un insieme di tecniche di imaging che permettono di ottenere immagini bidimensionali re-illuminabili, ovvero immagini interattive, in cui è possibile spostarsi, illuminando l'oggetto da varie angolazioni. Essa prevede l'acquisizione di molteplici fotografie di uno stesso oggetto, scattate mantenendo la macchina fotografica in una posizione fissa, ma spostando la sorgente luminosa.

Tale tecnica ha lo scopo di evidenziare la texture dell'oggetto e rivelare dettagli superficiali invisibili ad occhio nudo.

Usando un apposito algoritmo, un programma elabora le diverse immagini e raggruppa le informazioni in un unico file.

L'applicazione di questo metodo su monete costituisce uno strumento molto utile alla documentazione sia per distinguere meglio le figure e le lettere in rilievo, e così rendere meglio la tridimensionalità, sia, in questo caso, per individuare caratteri tecnologici dell'argentatura superficiale.²⁶

6. Conclusioni

Nonostante i limiti che sono stati riscontrati nelle prove con laser e agenti chimici, attraverso la pulitura meccanica si è riusciti a recuperare la leggibilità dei manufatti e la loro superficie qualificata.

Tale operazione è stata svolta cercando di essere quanto più rispettosi possibile della materia, senza alterarla e senza asportare le informazioni che veicola.

Le cento monete, che sono arrivate in laboratorio completamente concrezionate, ma con ancora parte della superficie argentata, adesso risultano leggibili (Fig. 19).

Fig. 19 – Mappa degli elementi allo studio numismatico (realizzata dall'autrice)



Con la pulitura mirata, è stata ottenuta la stessa leggibilità a livello scientifico di quelle monete che hanno ricevuto una pulitura completa, poiché, nonostante non sia in luce l'argentatura, gli elementi identificativi sono evidenti.

Con l'intervento di restauro sugli elementi di guarnizioni si è riusciti a mettere in evidenza le forme, la struttura e tutti i componenti di ogni manufatto, oltre a far emergere dagli spessi strati di ossidi di ferro la superficie decorata.

È stata scelta una pulitura che fosse il meno invasiva possibile e che mantenesse gli elementi più fragili che forniscono informazioni sulla storia dell'oggetto.

Anche la tipologia di rifinitura finale predilige il rispetto delle superfici e accetta le ultime labeili, e poco invasive, tracce di prodotti di corrosione del ferro.

Questo studio ha visto coinvolti molteplici ambiti disciplinari attraverso un fruttuoso interscambio e ha ricordato come la materia, veicolo delle informazioni, è e deve rimanere al centro dello studio del nostro passato.

Note:

- ¹ Innocenti, 2008.
- ² Arslan, 2011.
- ³ Giostra, 2017, p. 65.
- ⁴ Fedeli e Sedini, 2020, pp. 60–62.
- ⁵ Selwyn, 2004, p. 139.
- ⁶ Ospitali et al., 2012, pp. 1596–1603.
- ⁷ Robbiola, Blengino, Fiaud, 1998, pp. 2083–2111.
- ⁸ Mazzeo, 2005.
- ⁹ Piccardo, Mille, Robbiola, 2007.
- ¹⁰ Selwyn, 2004, pp. 104–106.
- ¹¹ Wanhill, 2005, pp. 41–54.
- ¹² Per ciò che concerne il ripostiglio: sotto la direzione della funzionaria archeologa dott.ssa Sara Matilde Masseroli della SABAP di Como, Lecco, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese.
- ¹³ Punte diamantate MDM 20122 _ ISO 310104001 < 12000 min-1.
- ¹⁴ Miazzo, 2007, pp. 73–74; Magnasco et al., 2004, pp. 210–15; Formica e Castoldi, 2010, pp. 251–54.
- ¹⁵ Korenberg e Baldwin, 2006, p. 1.
- ¹⁶ Siano, 2012.
- ¹⁷ Comunicazione orale di Alessandro Zanini, responsabile interno del gruppo Light for Art in El.En.
- ¹⁸ Giraud et al., 2021, p. 74.
- ¹⁹ Savio, 2002.
- ²⁰ Ruotine EVE, Lucidanti al silicone, Bianchi-L 18.
- ²¹ Gomma composta da una matrice organica contenente zolfo e cloro, al cui interno sono disperse particelle di carbonato di calcio come abrasivo 1–50 µm. Basilissi (2014–2015) p. 101.
- ²² Basilissi et al., 2016, p. 218.
- ²³ Giostra, 2004, pp. 57–64; Isabel Ahumada Silva, 2010, pp. 110–112; Parodi e Ricci, 2007.
- ²⁴ De Marchi, 2015, pp. 73–87.
- ²⁵ Giostra, 2004, pp. 52–71.
- ²⁶ Palma et al., 2014.

Bibliografia:

- Arslan E.A., *Il ripostiglio monetale di Corneliano Bertario (Truccazzano - Milano): 1013 Antoniniani dall'imperatore Valeriano all'imperatore Aureliano (III secolo D.C.)*, Milano, Edizioni Et, 2011.
- Basilissi G., Brini A., Cagnini A., Ortolani C., *Il Restauro Di Tre Manufatti Islamici Ageminati Come Caso Studio. Metodologie Di Pulitura e Protezione Dell'argento: Introduzione Di Una Tecnica Dry Con Gomme e Considerazioni Sui Formulati Protettivi*, «OPD Restauro», 28, 2016, pp. 150–161.
- De Marchi M., *La Produzione Ageminata Italo-Longobarda in Lombardia: Alcuni Esempi*, «I Maestri Del Metallo: L'Intelligenza Nelle Mani l'alto Medioevo. Artigiani, Tecniche Produttive e Organizzazione Manifatturiera», 2., 2015, pp. 73–87.
- Fedeli A.M., Sedini E., *Contesti Altomedievali Nel Suburbio Di Mediolanum*, in *I Longobardi a Nord Di Milano. Centri Di Potere Tra Adda e Ticino*, Incontro per l'archeologia Barbarica 4, 2019 (SAP società archeologica, 2020), pp. 51–73.
- Giostra C., *Gli Oggetti Di Corredo, Presenze Longobarde. Collegno Nell'alto Medioevo*, Torino, Stamperia Artistica Nazionale, 2004, pp. 52–71.

Giostra C., *Verso l'aldilà: I Riti Funerari e La Cultura Materiale*, in Brogiolo G.P., Marazzi F., Giostra C. (a cura di), *Longobardi. Un Popolo Che Cambia La Storia, Catalogo Della Mostra (Pavia – Napoli – San Pietroburgo, 2017-2018)*, Milano, Skira, 2017, pp. 60–67.

Giraud T., Gomez A., Lemoine S., Charlene P., Raimon A., Guilminot E., *Use of Gels for the Cleaning of Archaeological Metals. Case Study of Silver-Plated Copper Alloy Coins*, «Journal of Cultural Heritage», 52, 2021, pp. 73–83.

Ingo G.M., Balbi S., De Caro T., Fragalà I., Angelini E., Bultrini G., *Combined Use of SEM-EDS, OM and XRD for the Characterization of Corrosion Products Grown on Silver Roman Coins.*, «Applied Physics A», 83, 2006, pp. 493–497.

Innocenti C., *Ori, argenti, gemme: restauri dell'Opificio delle Pietre Dure; [Firenze, Palazzo Medici Riccardi, 30 settembre 2007 – 8 gennaio 2008]*, Firenze, Mandragora, 2007.

Korenberg C., Baldwin A., *Laser Cleaning Tests on Archaeological Copper Alloys Using an ND: YAG Laser*, «Laser Chemistry», 2006.

Mazzeo R., *Patine su manufatti metallici*, in *Le patine: genesi, significato, conservazione.*, Kermes quaderni (Firenze: Nardini [u.a.], 2005, pp. 29–44.

Mazzeo R., Joseph E., *Micro-Destructive Analytical Investigation for Conservation and Restoration*, in *Monumenti in bronzo all'aperto. Esperienze di conservazione a confronto*, Trento, Nardini, 2004, pp. 53–58.

Miazzo L., *Il restauro delle guarnizioni ageminate*, in *Longobardi nel bresciano: gli insediamenti di Montichiari*, «Archeologia & storia», 2007, pp. 73–74.

Ospitali F., Chiavari C., Martini C., Bernardi E., Passarini F., Robbiola L., *The Characterization of Sn-Based Corrosion Products in Ancient Bronzes: A Raman Approach*, «Journal of Raman Spectroscopy», 43.11, 2012, pp. 1596–1603.

Palma G., Baldassarri M., Favilla M.C., Scopigno R., *Storytelling of a Coin Collection by Means of RTI Images: The Case of the Simoneschi Collection in Palazzo Blu*, 2014: <https://mwf2014.museumsandtheweb.com/paper/storytelling-of-a-coin-collection-by-means-of-rti-images-the-case-of-the-simoneschi-collection-in-palazzo-blu/index.html>.

Piccardo P., Mille B., Robbiola L., *Tin and Copper Oxides in Corroded Archaeological Bronzes*, in Dillmann Ph (Ed.) *Corrosion of Metallic Heritage Artefacts: Investigation, Conservation and Prediction of Long Term Behaviour*, Perlego, 2007, pp. 239–262.

Robbiola L., Blengino J.M., Fiaud C., *Morphology and Mechanisms of Formation of Natural Patinas on Archaeological Cu–Sn Alloys*, «Corrosion Science», 40.12, 1998, pp. 2083–2111.

Savio A., *Monete Romane*, Sesto San Giovanni (MI), Jouvence, 2002.

Selwyn L., *Metals and Corrosion: A Handbook for the Conservation Professional*, Ottawa, Canadian Conservation Institute, 2004.

Siano S., *Archeometria e restauro: l'innovazione tecnologica*, Firenze, Nardini, 2012.

Wanhill R., *Embrittlement of Ancient Silver*, «J. Fail. Anal. Prev.», 5, 2005, pp. 41–54.

Conservazione e restauro di materiali a base cementizia nel patrimonio architettonico del XX secolo

Cesare Pizzigatti, Elisa Franzoni

Abstract

This study focuses on the restoration of the cement-based materials, which are among the most representative ones in XX Century architectural heritage, by investigating two different applications of such materials. Firstly, new self-cleaning treatments based on titania (TiO₂) nanoparticles were tested for preservation of the surface of cement-based materials having an aesthetic intent (e.g., texturized concrete, artificial stones, renders). Secondly, the historic Terranova render was investigated, a coloured dry-mix mortar largely widespread in Europe in the first half of XX Century. In particular, it was largely adopted in Italy in the rationalist architecture. With the aim of unveiling the main features of this material, which is still basically unknown, some samples of supposedly Terranova renders were collected from buildings in Emilia-Romagna and characterized through several analyses.

Nell'ambito del restauro dei beni architettonici del XX Secolo, oggetto di ampio dibattito internazionale nel corso degli ultimi decenni, questa ricerca si concentra sulla conservazione dei materiali a base cementizia, tra i più significativi per le architetture in oggetto. In particolare, vengono qui studiati due differenti aspetti, entrambi riconducibili a tale tematica.

Il primo riguarda lo studio di trattamenti fotocatalitici autopulenti a base di nanopolvere di biossido di titanio (TiO₂), quale soluzione innovativa per la protezione delle superfici dei materiali cementizi utilizzati con finalità estetico-architettoniche (calcestruzzi faccia a vista, finte pietre, intonaci).

Il secondo argomento riguarda il Terranova, un intonaco colorato in pasta e pronto all'uso, molto diffuso in Europa nella prima metà del XX secolo e in particolare in Italia, dove è stato largamente impiegato nell'architettura razionalista. Lo studio intende contribuire a definirne le caratteristiche, tuttora poco conosciute, attraverso la caratterizzazione di campioni prelevati da diversi edifici emiliano-romagnoli.

Parole chiave: Restauro architettura XX secolo; trattamenti autopulenti; biossido di titanio; intonaci speciali; Terranova.

Cesare Pizzigatti: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ cesare.pizzigatti2@unibo.it

1. *Il restauro dell'architettura del XX secolo: una questione aperta*

Il restauro dell'architettura del XX secolo è attualmente argomento di ampio dibattito a livello internazionale, riferito principalmente alle opere di epoca moderna, ma estendibile anche a quelle contemporanee. Una serie di peculiarità, infatti, caratterizza queste architetture rispetto a quelle delle epoche precedenti, al punto da suscitare un acceso confronto circa l'opportunità di considerare il loro restauro una disciplina a parte rispetto a quella del restauro tradizionale [1,2]. Particolarmente rilevanti sono questi aspetti [3-7]:

- Queste architetture godono di scarso apprezzamento e interesse, il che ostacola il riconoscimento del loro valore testimoniale/artistico/culturale. Questo è dovuto non solo alla vicinanza temporale che rende difficile l'inquadramento di questi beni in una prospettiva storica, ma anche, talvolta, ad impianti normativi inadeguati alla loro salvaguardia. A tal proposito, ad esempio, in Italia il vincolo di salvaguardia per interesse culturale non può essere applicato su opere di autore vivente o realizzate da meno di 70 anni (salvo alcuni casi particolari) [8].

- Sussiste un problema di *damnatio memoriae* che riguarda la cosiddetta 'architettura dissonante', ossia quella promossa dai regimi dittatoriali novecenteschi con finalità di propaganda. In tal caso, l'intenzione di conservazione di tali opere rischia di essere interpretata come apologia delle ideologie totalitarie di chi le aveva commissionate.

- L'uso appropriato di tali edifici, sia quando ospitano tuttora la loro funzione originaria sia quando sono destinati ad altra funzione, richiede la necessità di conciliare l'istanza di conservazione definita dalle Carte del Restauro (autenticità, minimo intervento, etc.) [9,10] con quella del soddisfacimento degli attuali standard prestazionali e di sicurezza.

- Queste architetture sono caratterizzate da un marcato approccio innovativo e sperimentale, sia nell'uso dei materiali che delle tecniche costruttive. Ciò conduce a specifiche patologie non riscontrabili negli edifici delle epoche passate e spesso anche a processi di degrado più rapidi. Quest'ultimo problema viene esacerbato anche dal fatto che le architetture di questo periodo erano spesso concepite come produzione temporanea, in antitesi quindi con qualsiasi intento di permanenza, presentando quindi soluzioni architettoniche sfavorevoli in termini di durabilità.

Con l'intento di mettere a punto una corretta metodologia di conservazione di queste architetture, sono state promosse negli ultimi anni numerose iniziative culturali. In particolare, l'ICOMOS ISC20C (International Scientific Committee for Twentieth-Century Heritage) ha redatto nel 2017 il Madrid – New Delhi Document "Approaches to the conservation of Twentieth-Century cultural heritage" [11], in cui viene fornita una serie di linee guida e di criteri per la salvaguardia e l'appropriato uso di tali opere. Sono inoltre degne di nota una serie di altre iniziative internazionali, quali la Conserving Modern Architecture Initiative (CMAI), un programma promosso dal Getty Conservation Institute (USA) che promuove il corretto restauro dell'architettura moderna, o il Comitato Docomomo (International committee for DOcumentation and CONservation of buildings, sites and neighbourhoods of the MOdern MOvement), istituito nel 1988 con l'intento di promuovere su larga scala la consapevolezza del valore dell'architettura moderna, in particolare mediante la classificazione degli esempi più significativi [12]. In tale contesto si colloca anche ATRIUM (Architecture of Totalitarian Regimes of the XX Century in Europe's Urban Memory), una rotta culturale europea promossa

dal Consiglio d'Europa per diffondere la conoscenza delle architetture costruite dai regimi totalitari europei del XX secolo. L'intento è quello di promuovere un corretto approccio per la salvaguardia di tale "patrimonio dissonante", separando il suo portato ideologico dagli aspetti artistici, culturali e testimoniali che sono invece meritevoli di essere preservati [13].

2. La conservazione delle superfici dei materiali a base cementizia nell'architettura del XX secolo

Fra i materiali caratteristici dell'architettura del XX secolo, quelli a base cementizia, impiegati per funzioni sia decorative che strutturali, sono fra i più diffusi. Calcestruzzi faccia a vista, pietre artificiali e intonaci hanno costituito alcune delle più comuni soluzioni che l'architettura moderna e quella contemporanea hanno adottato per esprimere la loro estetica. Le superfici esterne, in termini di colore, *texture*, scabrezza, opacità, seguivano i dettami stilistici o, nel caso delle pietre artificiali, imitavano un determinato litotipo (come nel caso del finto travertino). Il potenziale espressivo veniva ottenuto con un opportuno mix design e, spesso, con tecniche di trattamento superficiale (lavorazioni, lavaggi, casseforme apposite, etc.) [14,15], includendo anche scelte improvvisate adottate in cantiere grazie all'abilità delle maestranze.

Pertanto, sebbene i processi di degrado a cui sono sottoposti questi materiali siano analoghi a quelli dei comuni materiali a base cementizia impiegati oggi [16,17], la conservazione delle loro originali caratteristiche superficiali risulta alquanto complessa. Infatti, tali materiali sono talvolta caratterizzati da difetti intrinseci che ne accelerano i processi di degrado, oppure sono difficili da riprodurre laddove si debbano ripristinare delle lacune per l'incapacità di replicare le originali abilità e tecniche di messa in opera, oppure richiederebbero interventi "pesanti" per garantire una buona durabilità (in contrasto col principio di minimo intervento [18,19]).

Fra i materiali cementizi novecenteschi, meritano una menzione a parte i cosiddetti "intonaci speciali", malte premiscelate colorate in pasta che vennero largamente impiegati in Europa nella prima metà del '900, perché caratterizzati da una facile applicazione e da ottime caratteristiche prestazionali e di durabilità (esaltate anche da riuscite campagne pubblicitarie) [20]. A dispetto della loro popolarità, tali materiali sono attualmente poco conosciuti, il che mette a rischio la loro conservazione.

Il lavoro qui presentato affronta due diversi aspetti legati alla conservazione delle superfici dei materiali a base cementizia impiegati nel patrimonio architettonico del XX secolo: da un lato, lo studio di soluzioni protettive mediante trattamenti autopulenti a base di nanopolveri di biossido di titanio, dall'altro, la caratterizzazione di diversi campioni di un intonaco speciale molto diffuso in Italia, il "Terranova".

3. Trattamenti fotocatalitici autopulenti per la protezione delle superfici dei materiali a base cementizia

3.1 Introduzione

Le qualità estetiche superficiali dei materiali cementizi storici sono messe a rischio da processi di degrado quali la proliferazione/crescita di patine biologiche o il deposito di *soiling* (il particolato atmosferico derivante sia da fenomeni naturali che da attività antropiche). Tali fenomeni non comportano solo alterazioni cromatiche, ma anche erosione del materiale originario, con conseguente alterazione della *texture* e perdita dei dettagli. Queste patine

vengono generalmente rimosse mediante operazioni di pulitura che potrebbero comportare effetti indesiderati, come la perdita di materiale originale o l'eccessivo assorbimento d'acqua [21,22].

Una strategia alternativa può essere l'applicazione di trattamenti autopulenti, che fanno uso di composti fotocatalitici, il più comune dei quali è il biossido di titanio (TiO_2) [21,22]. In forma di nanoparticelle e specialmente nella fase cristallina dell'anatasio, il TiO_2 sottoposto a radiazione UV è in grado di [21,23]:

- degradare composti organici (quali i composti organici volatili) ed esercitare un'azione antimicrobica;
- trasformare alcuni composti inquinanti gassosi (come NO_x , SO_x , CO) in sali non dannosi;
- esibire un comportamento super-idrofilico, che si traduce in una maggiore bagnabilità della superficie trattata e quindi in una maggiore "lavabilità" ad opera della pioggia.

Il nano- TiO_2 ha pertanto potenzialmente una capacità autopulente per le superfici sulle quali viene applicato. Nell'ambito del restauro architettonico, questa soluzione viene studiata da alcuni anni, principalmente per la protezione dei materiali lapidei calcarei [21,24-27]. I trattamenti in commercio consistono sostanzialmente in sospensioni da applicare a pennello o a spray, costituite da nanoparticelle di TiO_2 disperse in una fase liquida con concentrazione in peso compresa fra 0.3% e 10% circa. Queste sospensioni sono principalmente di due tipi [21,22,25]:

1 - Nanoparticelle disperse in acqua, con l'aggiunta di tensioattivi che prevengono l'agglomerazione e aumentano la stabilità della sospensione. Dopo l'applicazione, la fase liquida evapora, lasciando sul substrato le nanoparticelle.

2 - Nanoparticelle disperse in matrici organiche. A seguito dell'applicazione, la superficie risulta protetta da un *coating* costituito da un film solido continuo che ingloba il fotocatalizzatore. Questa soluzione aumenta l'adesione delle nanoparticelle al substrato e consente anche di ottenere altre funzionalità, come l'azione consolidante o la protezione idrofobica della superficie.

In entrambi i casi, si riscontrano tuttavia problemi di durabilità. Nel primo caso, le nanoparticelle sono scarsamente adese al substrato e possono essere rimosse dalla pioggia, mentre nel secondo la matrice organica finisce per essere degradata dallo stesso TiO_2 sotto l'effetto degli UV. Inoltre l'efficacia e la compatibilità di questi trattamenti, per quanto avallata da numerosi studi [21], va ancora indagata per diversi aspetti [21-24]:

- L'efficacia fotocatalitica è influenzata da una serie di fattori, quali la porosità del substrato, il pH, la natura, dimensione e concentrazione delle nanoparticelle.
- L'attivazione fotocatalitica dipende soprattutto dall'esposizione alla radiazione ultravioletta, che costituisce solo una piccola parte della luce solare ed è disponibile in misura diversa a seconda della latitudine.
- La matrice, incorporando al suo interno le nanoparticelle, potrebbe fare da barriera alla radiazione ultravioletta e ridurre l'efficacia autopulente.
- L'idrofilia potrebbe aumentare l'assorbimento capillare del substrato, col rischio di innescare altri processi di degrado.

- A causa del suo colore bianco, il TiO_2 potrebbe dare problemi di compatibilità cromatica, specialmente quando utilizzato in concentrazioni elevate e/o su substrati di colore scuro.
- La sicurezza di questo nano-materiale è tuttora oggetto di dibattito, visto che l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) lo classifica nel gruppo 2B (possibile cancerogeno per l'uomo).

Il presente studio riguarda la messa a punto di trattamenti a base di nanoparticelle di biossido di titanio disperse in matrici inorganiche per l'applicazione su materiali a base cementizia.

3.2 Materiali e metodi

Quale substrato per la sperimentazione, sono state confezionate lastre lisce di malta cementizia ("C") di dimensioni $40 \times 40 \times 5$ mm,³ realizzate con un elevato rapporto acqua/cemento e aventi quindi una porosità aperta elevata (19%), al fine di simulare una malta cementizia storica, con superficie carbonatata. Come substrato di confronto sono state usate lastre di marmo di Carrara ("M") di dimensioni $50 \times 50 \times 10$ mm³, caratterizzate da una porosità aperta pari a 0.5%.

Come trattamenti, sono state utilizzate due diverse sospensioni acquose:

- una dispersione acquosa commerciale di nanoparticelle di TiO_2 (anatasio) al 3% in peso (AT-01, Swiss Nanotech), indicata nel seguito con la sigla "COM".
- Una sospensione preparata in laboratorio impiegando una nanopolvere costituita da anatasio e rutilo in rapporto 75:25 ("Aeroxide TiO_2 P25"). La nanopolvere è stata aggiunta in misura del 2% in peso ad una soluzione di acqua ed etanolo (80:20 in peso), sottoponendo poi la dispersione ad agitazione e successiva sonicazione per prevenire l'agglomerazione delle particelle. Questo trattamento è indicato con "LAB".

È stato poi messo a punto un trattamento con nanoparticelle di TiO_2 all'interno di una matrice. Una soluzione 1 M di diammonio idrogeno fosfato (DAP) è stata usata quale precursore per la formazione *in situ* di idrossiapatite (HAP), un innovativo consolidante impiegato soprattutto su substrati carbonatici [28,29]. Questa soluzione è stata poi mescolata con la sospensione acquosa "COM", con rapporto in peso di 98.5:1.5, seguendo quanto riportato in uno studio precedente che indagava l'impiego di trattamenti autopulenti a base di TiO_2 e HAP applicati su marmo [30]. La dispersione così ottenuta, indicata con la sigla "COM+HAP", è stata mantenuta in agitazione e poi sottoposta a sonicazione per prevenire l'agglomerazione delle nanoparticelle.

Sono state studiate le combinazioni di trattamenti e substrati elencate di seguito:

- M-COM e C-COM: sospensione "COM", applicata rispettivamente sulle lastre di marmo e su quelle di malta cementizia;
- M-LAB e C-LAB: sospensione "LAB", applicata rispettivamente sulle lastre di marmo e su quelle di malta cementizia;
- M-COM+HAP e C-COM+HAP: sospensione "COM+HAP", applicata rispettivamente sulle lastre di marmo e su quelle di malta cementizia.

Tutti i trattamenti sono stati applicati a pennello.

Si è proceduto quindi a valutarne l'efficacia autopulente, osservando lo scolorimento subito da una macchia di blu di metilene applicata sui campioni trattati, a seguito di esposizione a radiazione UV per 24 ore.

3.3 Risultati e discussione

Le macchie di blu di metilene applicate sui campioni trattati con la sospensione “COM” hanno mostrato un evidente scolorimento, già dopo poche ore di irraggiamento UV. Questo è però risultato molto più marcato sulle lastre di marmo rispetto a quelle di malta, da cui si deduce che la bassa porosità del marmo ha favorito l'accumulo del TiO_2 in superficie piuttosto che il suo assorbimento all'interno del materiale, con una conseguente maggiore efficacia.

La medesima prova ha fornito risultati sensibilmente diversi nel caso dei campioni trattati con la sospensione “LAB”, visto che le macchie non hanno subito pressoché alcuno scolorimento dopo 24 ore di irraggiamento UV. Il differente comportamento sembra da imputare alla sospensione, e in particolare alla sua modalità di preparazione in laboratorio. Infatti, poiché la concentrazione di TiO_2 nei due trattamenti è sostanzialmente la stessa, il motivo della scarsa efficacia pare essere l'insufficiente dispersione delle nanoparticelle, il che sembra confermato anche da alcune osservazioni al microscopio elettronico, che hanno mostrato la tendenza delle medesime ad agglomerarsi in *cluster*.

D'altro canto, i promettenti risultati ottenuti col trattamento “COM” precedentemente descritti non trovano conferma quando tale sospensione viene mescolata alla soluzione di DAP. Infatti, le macchie di blu di metilene applicate sui campioni di malta cementizia e di marmo trattati con la dispersione “COM+HAP” non hanno mostrato un apprezzabile scolorimento dopo le 24 ore di irraggiamento UV. La presenza della matrice sembra dunque influenzare la capacità autopulente del biossido di titanio, in quanto l'idrossiapatite sembra inibire la fotoattivazione del TiO_2 rendendo più difficile per la radiazione ultravioletta raggiungere le nanoparticelle. Si rileva comunque che nel trattamento “COM+HAP” la concentrazione di TiO_2 è sensibilmente più bassa rispetto agli altri casi (in quanto la sospensione “COM” è stata diluita all'interno della soluzione di DAP), quindi anche questo aspetto potrebbe aver inciso in maniera sostanziale.

3.4 Osservazioni conclusive

L'applicazione di trattamenti autopulenti alle superfici di materiali cementizi storici è un campo di ricerca ancora poco indagato. Questo studio ha messo in luce una serie di fattori che possono condizionarne, in misura diversa, l'efficacia: i) la porosità del substrato, che influenza l'assorbimento del trattamento; ii) il grado di dispersione delle nanoparticelle di TiO_2 (legato al metodo di preparazione della sospensione), che può comprometterne l'omogenea distribuzione sulla superficie del substrato; iii) la presenza della matrice, che può ostacolare la fotoattivazione delle nanoparticelle in essa inglobate.

4. Caratterizzazione dell'intonaco "Terranova" nell'architettura razionalista italiana

4.1 Introduzione

L'intonaco Terranova fu brevettato in Germania nel 1896 e attorno agli anni Venti del XX secolo iniziò ad essere commercializzato in Italia, dove poi venne anche prodotto a partire dagli anni Trenta, ed attualmente il marchio è di proprietà della società Saint-Gobain Weber S.p.A. [31]. Il Terranova ha rivestito un'importanza primaria nell'architettura razionalista degli anni Venti e Trenta in Italia, in quanto le sue caratteristiche estetiche, oltre alla sua facilità di messa in opera e alle sue qualità (quali ad esempio la leggerezza e la resistenza all'ambiente esterno), esprimevano perfettamente lo stile dell'architettura moderna [32-34] e in qualche caso esso è divenuto anche simbolo della politica autarchica promossa dal regime fascista. Inoltre, le alternative offerte in termini di colori (oltre novanta), grana (fine, media, grossa) e tecniche di applicazione (laminatura e spruzzatura) consentivano un'ampia varietà di soluzioni [32,34].

La formulazione di questo intonaco è ancora in gran parte sconosciuta, forse per la presenza di brevetti, ma anche per la sua stretta correlazione con l'architettura di regime e quindi con l'architettura dissonante. Sulla base di quanto riportato da alcuni autori e nei brevetti, il legante, a base di calce e composti idraulici, era caratterizzato dalla formazione di silicati di calcio (insolubili in acqua) durante la fase di indurimento, grazie alla presenza di acido silicico e fluoruro di sodio o di silicio, mentre delle emulsioni di grassi venivano aggiunte con la funzione di agenti aeranti. Anche la composizione degli aggregati è poco nota e molti ritengono che questi fossero costituiti principalmente da sabbie quarzose, con presenza di mica che fornisce un effetto luccicante [32,34].

La scarsa conoscenza mette comunque a rischio la conservazione di questo intonaco, al punto che in molti interventi di restauro di edifici moderni esso viene spesso rimosso. Una conoscenza più approfondita del Terranova risulta dunque necessaria, per approntare opportune strategie di conservazione, per confezionare malte compatibili in caso di risarcitura delle lacune e anche per chiarire i motivi della sua elevata durabilità, che possono fornire spunti utili nella definizione del *mix design* di nuovi intonaci.

Alla luce di ciò, questo studio è finalizzato alla caratterizzazione di questo tipo di materiale, mediante l'analisi di campioni prelevati da vari edifici razionalisti costruiti in Emilia-Romagna negli anni Trenta.

4.2 Materiali e metodi

I campioni analizzati provengono dai seguenti edifici:

- l'ex Mercato Ortofrutticolo di Ferrara, MOF (1938);
- l'ex Gioventù Italiana del Littorio, GIL, di Forlì (1935);
- l'ex Asilo Santarelli di Forlì (1936).

I primi due sono stati recentemente oggetto di interventi di restauro, in occasione dei quali l'intonaco originale è stato completamente rimosso. Il terzo è attualmente sottoposto a restauro.

I campioni analizzati, tutti appartenenti agli intonaci originali, sono costituiti da due strati ben aderenti. In particolare, lo strato esterno è colorato in pasta e presenta una superficie molto scabra, caratteristiche tipiche dell'intonaco Terranova; tale strato:

- nei campioni dell'ex MOF ("MOF") presenta un colore verde chiaro ed ha uno spessore di circa 3 mm;
- nei campioni dell'ex GIL ("GIL") presenta un colore rosso intenso ed ha uno spessore di circa 8 mm;
- nei campioni dell'ex Asilo Santarelli ("ASL") presenta un colore arancione scuro ed ha uno spessore di circa 3 mm.

Tali strati esterni, sui quali si è concentrato lo studio, sono stati sottoposti a indagine visiva, anche mediante il supporto di un microscopio stereo-ottico Olympus SZX10. Per quanto riguarda le caratteristiche microstrutturali, sono state determinate la porosità aperta e la densità geometrica (mediante pesata della massa satura e della massa secca e pesata idrostatica [35]), il coefficiente di assorbimento capillare dalla superficie esterna [36], la distribuzione dimensionale dei pori e il loro diametro medio (mediante porosimetria ad intrusione di mercurio, utilizzando un Thermo Scientific Pascal, in grado di individuare pori di diametro compreso fra 0.0074 μm e 116 μm). La composizione chimica elementare è stata indagata mediante un microscopio elettronico Philips XL20 SEM equipaggiato con microanalisi EDS, mentre lo studio dei composti presenti è stato condotto mediante analisi termogravimetrica, impiegando un Perkin Elmer TGA 4000, riscaldando il campione da 50 °C a 900 °C.

I risultati sono poi stati messi a confronto con quelli di un precedente studio condotto sull'intonaco Terranova di un altro edificio razionalista, la sede storica di Ingegneria a Bologna [37], da cui era emerso che:

- l'intonaco, in un ottimo stato di conservazione, è costituito da un unico strato spesso 12 mm e colorato in pasta, applicato su una malta di supporto;
- gli aggregati presentano una granulometria abbastanza grossolana (con diametri fino a 5 mm) e sono composti principalmente da quarzo, feldspati e mica;
- il legante è composto da calce dolomitica con tracce di cemento bianco;
- sono presenti pori di grandi dimensioni, che indicano l'impiego di agenti aeranti nell'impasto.

Questo intonaco è indicato nel seguito con la sigla "ING".

4.3 Risultati e discussione

Le osservazioni al microscopio ottico hanno evidenziato che nei campioni "MOF" e "GIL" gli aggregati dei due strati (strato di fondo e strato colorato esterno) differiscono fra loro per tipo, colore e granulometria, diversamente da quanto invece si rileva nei campioni "ASL". Differenti tra loro sono anche gli strati colorati, poiché gli aggregati del campione "MOF" sono caratterizzati da una grana fine (< 1 mm) e da un colore variabile fra il bianco e il grigio chiaro, mentre quelli del "GIL" sono più grossolani (fino a 5 mm) e di colore scuro. In entrambi, inoltre, sembrano presenti frammenti di mica, non rilevati invece in "ASL".

Tramite microscopia ottica si è inoltre potuto notare che tutti gli strati colorati presentano pori di grande dimensione (diametro compreso negli intervalli 0.01-0.2 mm, 0.02-0.6 mm e 0.02-0.6 mm rispettivamente per i campioni "MOF", "GIL" e "ASL"), generalmente di forma circolare e omogeneamente distribuiti. Queste osservazioni sono in accordo con l'alta porosità aperta e la bassa densità geometrica riscontrate per questi intonaci (Tab. 1). In particolare, i valori di porosità aperta sono molto maggiori di quelli riportati in letteratura per le ordinarie

malte cementizie (15-18%) [38,39], indicando chiaramente che il Terranova, da un punto di vista microstrutturale, non è assimilabile ad un comune intonaco cementizio. La porosimetria a intrusione di mercurio ha confermato la presenza di pori piuttosto grossolani in tutti gli strati colorati: infatti, la maggior parte di questi ha diametro compreso nell'intervallo 0.1-10 μm (come pure l'intonaco "ING" [37]), valori decisamente maggiori di quelli tipici delle ordinarie malte cementizie (0.002-0.1 μm) [40]. Si sottolinea inoltre che questa tecnica diagnostica potrebbe sottostimare la presenza dei macropori, che escono dal suo range di misura (diametri fino a 116 μm). L'elevata porosità caratterizzata da pori di grande dimensione e di forma generalmente circolare suggerisce l'impiego di additivi aeranti nell'impasto di questi intonaci, confermando quanto già ipotizzato per l'intonaco "ING" [37]. Questa microstruttura è in accordo coi valori dei coefficienti di assorbimento capillare ottenuti (Tab. 1), piuttosto bassi soprattutto nel caso degli intonaci "MOF" e "GIL", in linea coi valori ottenuti per l'intonaco "ING": la velocità di assorbimento capillare potrebbe infatti essere diminuita dalla presenza dei pori di grande dimensione, il che contribuirebbe anche a spiegare la notevole durabilità di questi intonaci.

Per quanto riguarda la composizione chimica, l'analisi EDS ha rilevato gli stessi elementi nei tre intonaci, a parte quelli ascrivibili ai pigmenti (cromo e ferro, relativi rispettivamente ai colori verde e rosso). In particolare, sono stati rilevati carbonio, ossigeno, silicio, calcio e potassio, nonché una presenza significativa di magnesio che potrebbe suggerire che il legante contenga composti magnesiaci, in analogia a quanto mostrato in [37] per l'intonaco "ING", il cui legante è costituito in gran parte da calce dolomitica. In merito agli intonaci "GIL" e "ASL", la presenza di calce dolomitica nel legante sembra confermato anche dall'analisi termogravimetrica.

Tab. 1 – Caratteristiche microstrutturali degli strati colorati dei campioni

| | Densità geometrica ^a (g/cm ³) | Assorbimento d'acqua ^a (%) | Porosità aperta ^a (%) | Diametro mediano dei pori ^b (μm) | Coefficiente di assorbimento capillare (kg/m ² s ^{1/2}) |
|------------|--|---|--|--|--|
| MOF | 1.70 | 20.0 | 34.0 | 0.621 | 0.068 |
| GIL | 1.87 | 13.6 | 25.3 | 0.749 | 0.056 |
| ASL | 1.68 | 18.8 | 31.7 | 1.997 | 0.128 |
| ING | 1.82 | 12.6 | 22.9 | 1.288 | 0.068 |

(a) determinato mediante assorbimento d'acqua e pesata idrostatica; (b) determinato mediante porosimetria a intrusione di mercurio

4.4 Osservazioni conclusive

I risultati ottenuti dalle analisi condotte sugli strati colorati dei tre intonaci consentono di fare alcune osservazioni.

- Nonostante la presenza di alcune caratteristiche comuni, non sembra possibile individuare una formulazione unica, il che fa pensare all'uso di ricette differenti, oltre a possibili

modifiche dell'impasto originario da parte delle maestranze durante la messa in opera. È comunque opportuno rilevare che gli intonaci "GIL" e "ING" risultano molto simili fra loro.

- L'elevata porosità e la bassa densità di questi intonaci li rende più simili a malte di calce piuttosto che a malte cementizie. La presenza di molti pori di grande dimensione e di forma circolare è ascrivibile all'uso di agenti aeranti, il che spiega anche le basse velocità di assorbimento capillare riscontrate.

- Gli aggregati hanno dimensione abbastanza grossolana, con presenza di mica in due dei tre intonaci. Il legante sembra contenere una rilevante quantità di calce dolomitica.

5. Conclusioni

Il restauro dei materiali a base cementizia richiede indagini diagnostiche preliminari *in situ*, in quanto l'approccio sperimentale dell'epoca ha portato a formulazioni e tecniche non scontate. La scarsa considerazione verso la tutela delle architetture del XX secolo costituisce quindi un serio rischio per la conservazione di materiali anche di notevole interesse. Le peculiarità delle malte cementizie storiche (porosità, eterogeneità, ecc.) rendono complessa la messa a punto, per questi substrati, di trattamenti protettivi autopulenti già sviluppati per materiali lapidei come il marmo.

Bibliografia:

- [1] Carbonara G., *Il restauro del moderno come problema di metodo*, «Parametro», 266, 2006, pp. 21-25.
- [2] Poretti S., *Specificità del restauro del moderno*, «Territorio», 62, 2012, pp. 88-94.
- [3] Marcosano Dell'Erba C., *Rifare il nuovo. Temi e tecniche dell'intervento contemporaneo sugli edifici di architettura moderna*, Roma, Gangemi, 1996.
- [4] Normandin K., Macdonald S., *A colloquium to advance the practice of conserving modern heritage*, Los Angeles (California), The Getty Conservation Institute, 2013.
- [5] Canziani A., Della Torre S., Minosi V., *L'introduzione dei nuovi materiali e i problemi della manutenibilità e della manutenzione*, in Biscontin G., Driussi G. (a cura di), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [6] Martines G., *I fattori di deterioramento nell'architettura del ventennio fascista: alcuni casi studio a Roma*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [7] Gimma M.G. (Ed.), *Il restauro dell'architettura moderna*, Viterbo, BetaGamma, 1993.
- [8] D.L. 42/2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio", e ss.mm.ii.
- [9] 1st International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Athens Charter, 1931.
- [10] 2nd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice Charter, 1964.
- [11] IS20C ICOMOS, Madrid – New Delhi Document. *Approaches to the Conservation of Twentieth-Century Cultural Heritage*, 2017.
- [12] DOCOMOMO, "Eindhoven-Seoul Statement", 2014.
- [13] ATRIUM, "Guidelines for the Restoration of Modern Architecture", 2015.
- [14] Donaggio E., *Il calcestruzzo*, Milano, Pirola Editore, 1983.
- [15] Spallino C., *Gli ornati cementizi nell'architettura Art Nouveau. La conoscenza per la conservazione*. Tesi di Dottorato in Ingegneria edile: progetto del recupero, Dipartimento di Scienze per l'Ingegneria e per l'Architettura (DiSIA), Università degli Studi di Messina, XXII Ciclo.
- [16] Giola V., *Patologie e durabilità della pietra artificiale: un approccio analitico*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [17] Albani F., Bertolini L., Manera M., Valvassori F., *La conservazione dei materiali dell'architettura contemporanea: calcestruzzo armato, pietra e rame in un edificio di Figini e Pollini a Milano*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [18] Custance-Baker A., Macdonald S., *Conserving Concrete Heritage. Experts meeting*, Los Angeles (California), The Getty Conservation Institute, 2014.
- [19] Zerbinatti M., *Il restauro di manufatti in pietra artificiale: messa a punto e sperimentazione di sistemi compatibili di pulitura, stuccatura, risarcimento*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [20] Griffini E., *Dizionario nuovi materiali per l'edilizia*, Milano, Hoepli, 1934.
- [21] Munafò P., Goffredo G.B., Quagliarini E., *TiO₂-based nanocoatings for preserving architectural stone surfaces: An overview*, «Construction and Building Materials», 84, 2015, pp. 201-218.
- [22] Gherardi F., Roveri M., Goidanich S., Toniolo L., *Photocatalytic nanocomposites for the protection of European architectural heritage*, «Materials», 11 (1), 2018.
- [23] Parrino F., Palmisano L. (Eds.), *Titanium dioxide (TiO₂) and its applications*, «Elsevier», 2020.
- [24] Artesani A., Di Turo F., Zucchelli M., Traviglia A., *Recent advances in protective coatings for cultural heritage – An overview*, «Coatings», 10 (3), 2020.

- [25] Sierra-Fernandez A., Gomez-Villalba L.S., Rabanal L.E., Fort R., *New nanomaterials for applications in conservation and restoration of stony materials: A Review*, «*Materiales de Construcción*», 67 (325), 2017.
- [26] Goffredo G.B., Quagliarini E., Bondioli F., Munafò P., *TiO₂ nanocoatings for architectural heritage: self-cleaning treatments on historical stone surfaces*, «*Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part N: Journal of Nanoengineering and Nanosystems*», 228 (1), 2014, pp. 2-10.
- [27] Lazzeri A., Coltelli M.-B., Castelvetro B., Bianchi S., Cantore O., Lezzerini M., Niccolai L., Weber J., Rohatsch A., Gherardi F., Toniolo L., *European project 'Nano-Cathedral: nanomaterials for conservation of European architectural heritage developed by research on characteristic lithotypes*, in Hughes J.J., Howind T. (Eds.), *Science and Art: a Future for Stone. Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*, vol. II, Paisley (Scotland), University of the West of Scotland, 2016.
- [28] Sassoni E., *Hydroxyapatite and other calcium phosphates for the conservation of cultural heritage: A review*, «*Materials*», 11 (4), 2018.
- [29] Sassoni E., Naidu S., Scherer G. W., *The use of hydroxyapatite as a new inorganic consolidant for damaged carbonate stones*, «*Journal of Cultural Heritage*», 12 (4), 2011, pp. 346-355.
- [30] Sassoni E., D'Amen E., Roveri N., Scherer G.W., Franzoni E., *Durable self-cleaning coatings for architectural surfaces by incorporation of TiO₂ nano-particles into hydroxyapatite films*, «*Materials*», 11 (2), 2018.
- [31] Di Battista V., Cattanei A., *Intonaco Terranova: storia e attualità di un materiale*, Carpi, La Litografica, 2005.
- [32] Di Resta S., Favaretto G., Pretelli M., *Materiali autarchici. Conservare l'innovazione*, Padova, Il Poligrafo, 2021.
- [33] Fontana C., Di Battista V., *L'intonaco Terranova nella Milano del Moderno*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [34] Di Battista V., Gasparoli P., *Qualità e affidabilità dell'intonaco Terranova*, in Biscontin G., Driussi G. (Eds.), *Atti del Convegno di studi (Bressanone 13-16 luglio 2004) Architettura e materiali del Novecento: conservazione, restauro, manutenzione*, Marghera, Arcadia Ricerche, 2004.
- [35] EN 1936:2006, "Natural stone test methods - Determination of real density and apparent density, and of total and open porosity".
- [36] EN 15801:2009, "Conservation of cultural property - Test methods - Determination of water absorption by capillarity".
- [37] Franzoni E., Leemann A., Griffa M., Lura P., *The 'Terranova' render of the Engineering Faculty in Bologna (1931-1935): reasons for an outstanding durability*, «*Materials and Structures*», 50 (5), 2017.
- [38] Silva B.A., Ferreira Pinto A.P., Gomes A., *Natural hydraulic lime versus cement for blended lime mortars for restoration works*, «*Construction and Building Materials*», 94, 2015.
- [39] Franzoni E., Bandini S., Graziani G., *Rising moisture, salts and electrokinetic effects in ancient masonries: from laboratory testing to on-site monitoring*, «*Journal of Cultural Heritage*», 15 (2), 2014, pp. 112-120.
- [40] Mosquera M.J., Benitez D., Perry S.H., *Pore structure in mortars applied on restoration: effect on properties relevant to decay of granite buildings*, «*Cement and Concrete Research*», 32 (12), 2002, pp. 1883-1888.

Per un archivio virtuale di codici miniati

Digitalizzazione per la consultazione

Jessica Sangalli

Abstract

The current situation of manuscript manuscripts produced in Italy sees them fragmented by massive foreign acquisitions.

The objective of the presentation is to provide (1) an account of the current location of the codices produced in the Scriptorium of the abbey monastery of Morimondo and (2) identify the traces, still unclear, of this dispersion, to then conclude with (3) an analysis of digitization and virtualization projects linked to archives and libraries in the Lombardy area, and one (4) proposal for an online virtual archive. The goal will be to guarantee the possibility of digitally recomposing this vast heritage and therefore allowing consultation and study. To facilitate this, the virtual archive will also want to (5) provide paleographic analysis sheets as well as high-quality images.

The project came to life during the drafting of my personal master's degree thesis (2022) thanks to the support of the Abbazia Sancte Marie de Morimondo Foundation, which financed the creation of the software, and to the availability of the bishop's archive of Como, which hosts the few Morimondo codices still in Italy. The past research of Professor Mirella Ferrari and the support of prof. Simona Gavinelli are fundamental.

L'attuale situazione dei codici manoscritti prodotti in Italia li vede frammentati da acquisizioni estere massicce. L'obiettivo della presentazione è quello di fornire (1) un resoconto della attuale collocazione dei codici prodotti nello Scriptorium del monastero abbaziale di Morimondo ed (2) individuare le tracce, ancora fumose, di tale dispersione, per poi concludersi con (3) un'analisi dei progetti di digitalizzazione e virtualizzazione legati ad archivi e biblioteche in area lombarda, ed una (4) proposta per un archivio virtuale online. Il fine ultimo è garantire la possibilità di ricomporre in digitale questo vasto patrimonio e permetterne quindi consultazione e studio. Per favorire ciò, l'archivio virtuale vorrà (5) fornire anche delle schede di analisi paleografica oltre che delle immagini di alta qualità.

Il progetto ha preso vita nel corso della stesura della mia personale tesi di laurea magistrale (2022) grazie al supporto della Fondazione Abbazia Sancte Marie de Morimondo, che ha finanziato la creazione del software, ed alla disponibilità dell'archivio vescovile di Como, che ospita i pochi codici morimondesi ancora in Italia. Fondamentali le passate ricerche della professoressa Mirella Ferrari e il sostegno della docente Simona Gavinelli (UCSC Milano).

Parole chiave: Valorizzazione e digitalizzazione; archivio virtuale; consultazione digitale; patrimonio librario antico.

Jessica Sangalli: Fondazione *Abbatia Sancte Marie de Morimondo*

✉ sangalli.jessica@gmail.com

Creare un archivio virtuale di codici miniati, può essere una saggia applicazione di tecnologie del tutto contemporanee alla ricerca; a maggior ragione se si considera l'attuale situazione della maggior parte dei patrimoni librari e, in particolare, di codici manoscritti, prodotti in Italia, che sono stati frammentati da acquisizioni estere massicce.

L'abbazia di Morimondo è un esempio ideale di come un patrimonio di codici medievali, prodotti tra il XII e il XIV secolo, di dimensioni importanti, se non uniche, sia ormai ricomponibile solo a livello teorico, ma non pratico.

L'obiettivo di questo breve saggio sarà quello di illustrare i cinque passi che sono stati necessari per la nascita di un progetto la cui conclusione ed apice verrà raggiunta attraverso la creazione di un archivio virtuale.

In primo luogo, sarà necessario fornire un rapido quadro della attuale collocazione dei codici che furono prodotti nello Scriptorium del monastero abbaziale di Morimondo e che andarono dispersi a seguito della soppressione dell'abbazia in epoca napoleonica: per nostra fortuna, il patrimonio librario dello scriptorium di Morimondo divenne ingente tanto presto che parve richiedere subito la redazione di un inventario dei testi posseduti. Questo *Nomina librorum aeclesiae sancte Marie de Morimundo* è stato ritrovato alla fine di un lezionario dei secoli XII-XIII - iniziato nel 1174 e poi aggiornato nel corso del tempo con diverse aggiunte - oggi conservato a Cambridge (Massachusetts), Harvard College Library, Houghton Library, fMS Typ 223, f. 227v e riporta 63 titoli. Tale elenco è stato poi pubblicato da Jean Leclercq e approfondito dalla professoressa Mirella Ferrari, i quali hanno fornito l'identificazione dei titoli in alcuni manoscritti conservati in diversi paesi europei ed un confronto con un secondo elenco più recente, del XVII secolo, ma meno corposo, il quale riportava una lista di 36 titoli trascritta dall'abate Ferdinando Ughelli e conservata tra le sue carte, oggi alla Biblioteca Vaticana, Barb. Lat. 3229, f. 463r.¹

Sulla quantità di manoscritti che dovevano essere presenti nel monastero non dovrebbero sorgere molti dubbi considerando il nostro lezionario, oltre che il fatto che la *Regola* di s. Benedetto suggerisse, se non direttamente, la necessità di trovarne almeno uno per monaco all'interno dei monasteri.² Dal punto di vista dell'afflusso monastico di Morimondo, in particolare, occorre poi ricordare che ci sono stati periodi storici, come la data del 1227, in cui questa particolare abbazia arrivò ad ospitare fino a 200 monaci.³

Un secondo passo verso il nostro progetto è stato quello di individuare le tracce, ancora fumose, della dispersione di questi codici dal loro luogo natale agli attuali archivi e biblioteche esteri. Tali indagini si sono rivelate interessanti nella particolare fase di analisi di alcuni documenti e carte conservati presso l'Archivio del Seminario Vescovile di Como (oggi Centro Studi Rusca), e nello specifico di due epistole databili a luglio 1828 in cui la biblioteca del Seminario, a seguito di un'approvazione da parte di una commissione formata dal professor Luigi Catenazzi e dal vescovo Giambattista Castelnuovo, sembra cedere al Conte Giovanni Battista Giovio ben 55 codici miniati di origine, appunto, morimondese in cambio di un numero imprecisato di pregiati testi stampati; non vi è alcun elenco di accompagnamento alla lettera e dunque non è stato possibile identificare quali codici siano effettivamente stati scambiati. Tuttavia, in un suo studio del 1968, Cerati, scrive anche della notizia per cui gli eredi del Giovio avessero ceduto poi i manoscritti alla casa d'aste Hoepli.⁴

Questo semplice intreccio di informazioni, seppur limitato all'Archivio di Como, ci fa intuire quanto ancora ci sarebbe da indagare sulle fasi di dispersione di una così vasta raccolta.

Arrivando al terzo gradino del nostro percorso verso questo progetto di digitalizzazione, ricordiamo che prima di avviare una qualsiasi operazione di elaborazione di software o di programmazione delle fasi di lavoro, è stato fondamentale anche conoscere l'attuale situazione di opere di virtualizzazione dei patrimoni legate, nello specifico, ad archivi e biblioteche, sebbene in un raggio di indagine geografica limitato all'area lombarda.

I progetti lombardi più consistenti e ormai più datati, attualmente visitabili online sono tre: primo fra tutti, il catalogo aperto della biblioteca Malatestiana, poi la biblioteca Lancisiana e infine, si può considerare con una simile funzione anche il sito web dell'Università di Cassino, sebbene si tratti, più che di un catalogo online, di un'area utile allo studio che raccoglie apporti da vari ricercatori.⁵

Riguardo a digitalizzazioni che richiedono consultazioni in loco, troviamo anche il progetto della Biblioteca Queriniana di Brescia che si appoggia a Brixiana, la piattaforma digitale legata anche al sistema bibliotecario urbano della città, e fornisce un catalogo dei manoscritti a cui accedere in loco.⁶ La Biblioteca Teresiana di Mantova, infine, ha portato a termine la creazione della propria Biblioteca Digitale dei documenti storici, anch'essa consultabile esclusivamente offline.

L'impresa più ampia di questo settore, in Lombardia, invece, è il programma interbibliotecario della Biblioteca Digitale Lombarda (BDL) e raccoglie i documenti digitali realizzati nell'ambito di più progetti, tutti promossi e sostenuti da Regione Lombardia. Raccoglie, tuttavia, esclusivamente immagini e non le descrizioni dei materiali.

Tornando brevemente al Catalogo Aperto dei Manoscritti Malatestiani, questo richiede un'analisi leggermente più approfondita poiché è stato il più prezioso modello per il progetto che sto presentando: propone, infatti, le descrizioni del materiale manoscritto e la visualizzazione delle immagini digitalizzate e tutto è facilmente reperibile tramite la navigazione sul sito web online.⁷

Il progetto per un archivio virtuale online di Morimondo – ed ecco che arriviamo al fulcro di questa nostra esposizione – vorrebbe garantire la possibilità, per questo patrimonio librario tanto vasto e tanto frammentato, di venire ricomposto in maniera digitale, laddove fisicamente non è proprio più possibile, e permettere quindi che tutti i manoscritti siano finalmente consultabili in un'unica sede. Per favorire ciò, l'archivio virtuale, che consiste essenzialmente in un apposito software con accesso *online*, è stato pensato in modo da riprodurre il più possibile una consultazione fisica vera e propria presso un archivio, quindi tale software di digitalizzazione fornirà delle descrizioni il più dettagliate possibile, presentate sotto forma di schede di analisi paleografica divise per sezioni ordinate, secondo il modello di indagine utilizzato nel corso del mio personale lavoro di tesi magistrale su sette dei codici morimondesi conservati a Como,⁸ e anche delle immagini digitalizzate ad alta qualità.

Volendo entrare nei dettagli della descrizione del software battezzato «My Archive», elaborato da un ingegnere informatico assunto dalla Fondazione Sancte Marie de Morimundo sulla base delle mie personali indicazioni e direttive, ci si presenta una simile struttura: una prima pagina Home introduttiva dove è possibile scorrere un elenco di tutti i codici riconosciuti come prodotti a Morimondo e conservati nel mondo, catalogati secondo collocazione geografica

(Paese, Città, struttura di conservazione), titolo e autore. In questa lista, è possibile ricercare un singolo codice attraverso una semplice indagine per parole chiave, le quali possono fare riferimento alla segnatura, alla tematica e ai contenuti, all'autore, al luogo di conservazione...ecc. Selezionando un manoscritto, è possibile aprire la pagina ad esso riferita che si presenterà direttamente come una scheda di analisi paleografica ideata sulla base del modello utilizzato per lo studio dei codici morimondesi conservati a Como: la scheda sarà dunque suddivisa in undici sezioni tematiche quali "collocazione, titolo e autore, nome di archivio", "segnatura, datazione, materiali, numero fogli, collazione fascicoli, rilegatura", "scrittura, mani, mise en page", "rubriche", "incipit ed explicit", "ex libris", "testi contenuti", "descrizione dei capitoli", "note e bibliografia", "descrizione miniature e immagini allegare", "storia del manoscritto". Alla scheda del codice saranno anche inserite immagini digitalizzate ad alta qualità e, se necessario, per le pagine del manoscritto di maggior interesse di studio, alcune di queste immagini saranno accompagnate da descrizioni specifiche e verranno associate ad una numerazione di riferimento che potrà essere anche facilmente ricercata nella galleria.

Il progetto è tutt'ora in corso ed è avallato dalla Fondazione museale Sancte Marie de Morimundo, la quale ha finanziato il lavoro di creazione del software e stesura delle schede paleografiche oggi così come avallò il primo lavoro di studio e ricerca sui manoscritti per opera della professoressa Sandrina Bandera circa 30 anni fa; ma tale progetto ha ottenuto anche il prezioso supporto dell'archivio del seminario vescovile di Como, che è il principale conservatore dei codici morimondesi presenti in Italia, nonché quello della Fondazione Franceschini di Firenze la quale, in collaborazione con il professor Ernesto Mainoldi, si occupò circa 20 anni di tale digitalizzazione comense attraverso il progetto finanziato dal CNR «Bibliotheca Morimundi».⁹

Concludiamo osservando la totalità di questo lavoro e constatando l'ampiezza delle informazioni ancora necessarie da reperire, poiché, per esempio, i soli codici conservati presso l'Archivio del Seminario Vescovile di Como, devono ancora essere studiati singolarmente nel dettaglio, e idealmente rielaborati secondo il modello delle schede proposte in questo progetto, senza poi contare l'analisi e la ricerca che richiederebbero i codici identificati e conservati all'estero.

Molti potrebbero essere ancora i manoscritti di origine morimondese addirittura da identificare attraverso ulteriori indagini sulle dispersioni o direttamente sulla loro composizione paleografica e scrittoria; basti pensare alle ipotesi sui manoscritti della Biblioteca Nazionale Braidense, identificati dalla professoressa Mirella Ferrari come derivanti dallo Scriptorium di Morimondo, che devono ancora essere verificate.¹⁰

È importante considerare che, anche da un punto di vista di storia delle ricerche, le attuali conoscenze sui codici di Morimondo sono estremamente frammentarie e frammentate, cioè sparse in brevi saggi o in numerose tesi di laurea, e dunque il catalogo potrebbe primariamente porsi come un mezzo di unificazione di tali dati. Un utile strumento, perciò, per tutti i ricercatori che vogliano interessarsi all'argomento e trovare facilmente informazioni di partenza complete, ma non solo: sarebbe aperto anche a chiunque desiderasse contribuire a tali ricerche.

Dunque è la proposta definitiva di avviamento di un lavoro che dovrà essere comune tra i singoli e anche tra gli Enti, e della creazione di questa biblioteca storica che, almeno

virtualmente, potrebbe finalmente non essere più parcellizzata, ma unitaria in favore della consultazione e di un'unicità di informazioni.

Note:

¹ Leclercq, 1961, pp. 175–182. Sulla sua figura di monaco benedettino presso Clervaux (in Lussemburgo), nonché medievalista di vasta preparazione storica e teologica, che ha indirizzato i propri studi alla ricerca di testi significativi nell'ambito della storia della spiritualità, si consulti Di Fonzo, 1958.

² Benedetto da Norcia, *Regola*, FV, 48: «In quibus diebus quadragesimae accipiant **omnes singulos codices** de bibliotheca, quos per ordinem ex integro legant...»; Pricoco, 1995, pp. 225–227: «In questi giorni di quaresima tutti ricevano dalla biblioteca **un libro a testa** e lo leggano ordinatamente per intero. [...] La domenica ugualmente **tutti** attendano alla lettura»: cfr. Bandera, 1998, p. 114.

³ ASMi, AD, pergg., cart. 689, n. 58 Cfr. Occhipinti, 1985, p. 322.

⁴ Sangalli, 2020/2021, p. 27.

⁵ www.lancisiana.it (ultimo accesso: 26/01/2022); www.unicas.it (ultimo accesso: 26/01/2022).

⁶ <https://queriniana.comune.brescia.it/> e <https://brixiana.medialibrary.it> (ultimo accesso: 26/01/2022).

⁷ Sangalli, 2020/2021, 31–32.

⁸ Sangalli, 2020/2021, pp. 34–63.

⁹ Mainoldi, 2020, pp. 445–449, 452–454.

¹⁰ Ferrari, 1999, pp. 36–39.

Bibliografia:

Bandera S., *Gli inizi dello “scriptorium” di Morimondo*, in *Un'Abbazia lombarda: Morimondo, la sua storia e il suo messaggio*. Convegno celebrativo nel settimo centenario del termine dei lavori della chiesa abbaziale, 1296–1996, Morimondo, 1998, pp. 113–130.

Di Fonzo L., *Bibliografia di Jean Leclercq*, «Miscellanea Francescana», LVIII, 4, 1958, pp. 553–565.

Ferrari M., *Sui salmi e sui profeti: dal primo catalogo di Morimondo alla Biblioteca Braidense*, in M. Rossi (a cura di), *Studi di Storia dell'arte in onore di Maria Luisa Gatti Perer*, Milano, Vita e Pensiero, 1999, pp. 34–46.

Leclercq J., *Textes et manuscrits cisterciens dans des bibliothèques des Etas-Unis*, «Traditio», 17, 1961, pp. 163–182.

Mainoldi E.S., *Bibliotheca Morimundi. Ricostituzione virtuale della biblioteca dell'abbazia cisterciense di Morimondo (Milano)*, «Revista Portuguesa de Historia do Livro», XXII/45–46, 2020, pp. 445–454.

Occhipinti E., *Fortuna e crisi di un patrimonio monastico: Morimondo e le sue grange fra XII e XIV secolo*, in *Economia monastica: i cisterciensi e le campagne*, «Studi Storici», 26/2, 1985, pp. 315–336.

Pricoco S., *La regola = La regola di san Benedetto e le regole dei Padri*, a cura di S. Pricoco, Milano, Mondadori, 1995.

Sangalli J., *Per un catalogo dei codici dell'Abbazia cisterciense di Morimondo*, tesi di laurea, Milano, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, 2020/2021, rel. S. Gavinelli, coll. Como, Centro Studi Nicolò Rusca.

Un patrimonio di pietra I cimiteri ebraici tra certificazioni UNESCO e nuove prospettive di valorizzazione

Antonio Spagnuolo

Abstract

The importance attributed to Jewish cemeteries, as identity spaces of a Jewish settlement, has increased over the last century. As stone archives, they preserve biographical information, stories, poems, and traditions, thus making it possible to analyse funerary inscriptions from many different perspectives. Since 1993, a few Jewish cemeteries of outstanding interest have been included in the UNESCO World Heritage List and, to date, there are four burial grounds certified by the Commission and four still under evaluation. The focus on their value has therefore gradually been transformed into strategies of exploitation, whether editorial or digital. There are numerous publications specifically dealing with Jewish burial grounds, attempting to preserve on paper an engraved memory that is gradually disappearing. New perspectives on the exploitation of the Hebrew epigraphic heritage are, however, developing more in a digital context, with some international projects standing out above the rest and increasingly showing themselves as models to be followed in Italy.

L'importanza attribuita ai cimiteri ebraici, quali spazi identitari di un insediamento israelitico, è accresciuta nel corso dell'ultimo secolo. Come dei veri e propri archivi di pietra, in essi sono conservate informazioni anagrafiche, storie, poesie e tradizioni, dando quindi la possibilità di analizzare le iscrizioni funerarie da molteplici punti di vista differenti. Dal 1993 alcuni cimiteri ebraici di spiccato interesse sono stati inseriti nelle liste dei beni culturali dichiarati patrimonio dell'umanità dall'UNESCO e, fino ad oggi, si riscontrano quattro aree di inumazione certificate dalla Commissione e quattro ancora in corso di valutazione. L'attenzione al loro valore si è quindi tramutata gradualmente in strategie di valorizzazione, di stampo editoriale o digitale. Sono numerose le pubblicazioni che riguardano specificatamente i terreni sepolcrali degli ebrei, cercando di preservare su carta una memoria incisa che sta gradualmente scomparendo. Le nuove prospettive di valorizzazione del patrimonio epigrafico ebraico si sviluppano però maggiormente in un contesto digitale, con alcuni progetti internazionali che spiccano sopra gli altri ma che si stanno sempre più mostrando come modelli da seguire in Italia.

Parole chiave: Cimiteri ebraici; UNESCO; valorizzazione; database; patrimonio ebraico.

Antonio Spagnuolo: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ antonio.spagnuolo5@unibo.it

Il terreno designato come cimitero da una Comunità ebraica è primariamente un luogo della memoria, ma può essere indicatore di una notevole quantità di informazioni eterogenee. Essendo tra i primi spazi ad essere concessi dalle autorità cittadine ad un primigenio nucleo di ebrei, esso ne seguiva proporzionalmente l'evoluzione. L'andamento demografico dell'insediamento, ad esempio, influiva sul tasso di mortalità, che a sua volta si rifletteva sui necessari allargamenti dell'area di inumazione. E ancora, la composizione sociale e geografica dei gruppi familiari si mostrava nella ritualità religiosa legata al trapasso, molto spesso riscontrata nella complessità degli epitaffi e nei differenti stili artistici delle pietre sepolcrali.

La sensibilità verso questi aspetti si sviluppò nell'arco di decenni in modo diverso nei vari Paesi europei ma, in particolare in Italia, il riconoscimento dell'importanza di questi particolari luoghi si fece sempre più strada nel corso del XX secolo e ciò portò inevitabilmente ad una graduale attenzione verso la loro tutela. I cimiteri ebraici cominciarono quindi a gravitare negli obiettivi di protezione del patrimonio culturale messi in atto dalle associazioni nazionali che fiorirono nella seconda metà del secolo. Degna di nota è la vicenda di Giorgio Bassani, importante autore del Novecento italiano, che fu anche impegnato come fondatore e poi presidente di «Italia Nostra», una delle prime associazioni nazionali per la salvaguardia dell'ambiente e dei beni artistici e culturali.

Bassani nacque in una famiglia ebraica di Ferrara il 4 marzo 1916. La sua vita fu abbastanza rocambolesca in quanto, nonostante fu travolto dalle leggi razziali, svolse una fervente attività clandestina da antifascista. Finita la guerra arrivò la notorietà e l'affermazione come scrittore, traduttore e poeta. Gli anni tra il 1950 e il 1970 furono caratterizzati dalla redazione degli iconici romanzi e racconti ambientati a Ferrara. Prima di morire, nel 2000, Bassani fece esplicita richiesta di essere sepolto proprio nel cimitero israelitico di via delle Vigne a Ferrara dove lui aveva immaginato la sfarzosa tomba dei Finzi-Contini.

Durante gli anni di presidenza di «Italia Nostra», l'autore ferrarese rimarcò spesso ai giornalisti la sua volontà di mettere in luce i beni culturali ebraici presenti in Italia – dai cimiteri alle sinagoghe, dai siti archeologici ai quartieri cittadini – che troppo spesso venivano trascurati dalle comunità e lasciati in stato di abbandono e incuria. È significativo, inoltre, il valore che Giorgio Bassani dava al *Bet ha-Chayyim* (casa della vita o casa dei viventi), come viene eufemisticamente definito lo spazio sepolcrale in ebraico, all'interno di tutto il suo immaginario narrativo (Spagnuolo, 2023).¹ In un'intervista rilasciata nel 1983 al quotidiano argentino «La Nación», lo scrittore infatti affermò: «In tutte le città che visito, oltre a percorrere le strade e le vie, vado a vedere i cimiteri; in essi è depositata la civiltà, il passato, lo status sociale del Paese. Sulle lapidi è scritta la storia di quelli che sono morti e di quelli che li hanno seppelliti. E anche qualcos'altro: ciò che pensa la gente dei propri morti. [...] Capisce adesso perché visito i cimiteri? Mi sembra indispensabile per capire meglio il posto in cui mi trovo» (Vázquez, 1983).²

I cimiteri, quindi, possono essere visti in quest'ottica come lo specchio delle civiltà e di conseguenza anche i cimiteri ebraici possono essere analizzati come delle cartine di tornasole delle correlative Comunità israelitiche. L'importanza di questi spazi identitari sta proprio nell'essere dei contenitori unici nel loro genere, in cui sono conservate delle pietre commemorative che possono celare informazioni, storie, poesie e tradizioni. È possibile, infatti, analizzare le lapidi israelitiche sotto molteplici punti di vista differenti: artistico e architettonico, letterario e linguistico, contenutistico e prosopografico. L'epitaffio, declinato in ebraico o in

italiano, in prosa o in poesia, talvolta mostra più di un semplice elogio funebre, ma una vera e sintetica biografia, dando nota di relazioni parentali, di mestieri, di luoghi di provenienza, di età o anche di cause del decesso. In tal senso, se nei recenti studi la stele funeraria ebraica è stata ripetutamente assimilata ad una sorta di registro anagrafico, allora si può affermare che anche il cimitero, racchiudendone ordinatamente i manufatti, potrebbe essere paragonato ad un vero e proprio archivio di pietra.

Oggi in Italia sono presenti 104 cimiteri ebraici, divisibili in termini spaziali o temporali. I terreni autonomi – come quelli ad esempio a Trieste, Firenze, Livorno e Pisa – hanno una propria recinzione o muro perimetrale con un ingresso indipendente, mentre i reparti israelitici – come a Torino, Genova, Roma, Modena e Udine – sono porzioni dei più grandi cimiteri comunali adibite a luogo riservato alle sepolture degli ebrei. Cronologicamente si può invece osservare una suddivisione tra aree di inumazione antiche – come ad Ancona, Venezia, Ferrara e Padova – che conservano, pur essendo talvolta ancora in uso, lapidi a partire dal XVI secolo, e aree sepolcrali nuove – come a Bologna, Milano e Napoli –, caratterizzate da una fondazione relativamente recente e da monumenti funebri contemporanei.³

Il concreto riconoscimento del valore internazionale di uno specifico bene culturale è oggi affidato alla certificazione fornita dalla United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) per rientrare nella World Heritage List. Questa lista dei patrimoni dell'umanità conta oltre 1100 siti, tra culturali, naturali e misti, presenti in 167 Stati del mondo. Tra le migliaia di complessi, ne sono presenti alcuni che contengono dei cimiteri ebraici di spiccato interesse, ma, nonostante l'Italia sia il Paese che detiene il più alto numero di siti certificati patrimoni mondiali dell'UNESCO, nessun terreno sepolcrale ebraico della penisola è attualmente rappresentato.

Nel 1993 la Commissione ratificò nella lista di siti l'ingresso di "Coro e il suo porto",⁴ una delle prime città coloniali del Sud America che, con le sue costruzioni in terra battuta uniche nei Caraibi, resta l'unico esempio sopravvissuto di una ricca fusione di tradizioni locali con lo stile *mudéjar* spagnolo e le tecniche architettoniche olandesi. Tra i luoghi di interesse di questa città del Venezuela spicca il *cementerio judío*, il primo cimitero ebraico dell'America latina, che ne testimonia l'insediamento nel XIX secolo. Nel 1827 infatti un gruppo di mercanti ebrei sefarditi di Curaçao, isola delle Antille Olandesi situata di fronte alla costa venezuelana, decise di stanziarsi a Coro. Nel 1832 il ricco commerciante Joseph Curiel e sua moglie Debora Levy Maduro acquistarono un terreno da utilizzarsi a luogo di sepoltura per loro figlia morta prematuramente e per tutti i correligionari della terraferma. Nel 1855, quando gli ebrei decisero di abbandonare Coro per tornare a Curaçao a causa delle ripetute vessazioni da parte dei cittadini, il monumentale cimitero smise di essere utilizzato. Le pietre funerarie conservate sono circa 30 e appartengono alle famiglie sefardite dei Fonseca, Chumaseiro, Capriles, Maduro e Curiel provenienti dall'Olanda. L'area sepolcrale venne restaurata negli anni Settanta del Novecento e, nel 2005, il sito di "Coro e il suo porto" fu ufficialmente inserito nella List of World Heritage in Danger a causa del suo precario stato di conservazione.

A dieci anni dal primo ingresso di un cimitero ebraico nella lista dei patrimoni UNESCO, nel 2003 venne dichiarato di interesse il "Quartiere ebraico e la Basilica di San Procopio a Třebíč",⁵ in Repubblica Ceca (Cechia). Questo complesso, in cui sono racchiusi una chiesa, due sinagoghe e 123 edifici, ha una doppia anima ed è rappresentativo della pacifica coesistenza

della cultura ebraica e cristiana in città dal Medioevo al XX secolo. Nel sito è annoverato anche il più importante terreno di sepoltura israelitico della zona, situato però fuori dal ghetto alle pendici del colle. L'area cimiteriale è inoltre suddivisibile in due parti, databili rispettivamente dal XV e dal XIX secolo, e conta in totale circa 4000 pietre sepolcrali.

Gli ultimi luoghi di inumazione ebraici ad essere associati ai patrimoni culturali dell'umanità sono quelli del consorzio cosiddetto ShUM – dalle iniziali in ebraico delle città –, ossia i “Siti di Speyer, Worms e Mainz”,⁶ certificato nel 2021. I tre centri della Germania sul Reno rappresentano la culla della cultura ebraica ashkenazita e riflettono un modello che, a partire dall'XI secolo, si sarebbe rispettato per le future strutture comunitarie, per gli edifici di culto e per i cimiteri ebraici di tutta l'Europa Centrale. Tra i numerosi spazi ebraici conservati, tra cui sinagoghe, bagni rituali, *yeshivot*, scuole femminili e altre testimonianze, ci sono anche due cimiteri ebraici, tra i più importanti al mondo per l'antichità e l'unicità delle loro lapidi medievali. A Speyer (Spira) non si è conservato il terreno di inumazione ma solo alcune antiche stele tardomedievali esposte in due musei cittadini; Worms preserva il più antico cimitero ebraico d'Europa, l'Heiliger Sand, con oltre 2000 lapidi a partire dalla metà dell'XI secolo; A Mainz (Magonza) c'è un altro cimitero storico, lo Judensand, costituito da più di 1500 pietre tombali, la più antica risalente al 1049.

Queste quattro aree sepolcrali degli ebrei sono le uniche a detenere, come beni dal valore internazionale, una certificazione UNESCO, ottenuta dalla Commissione dopo un lungo iter burocratico durato decenni. Altri cimiteri israelitici del mondo sono però in attesa di una valutazione e sono pertanto contenuti nelle Tentative Lists, delle liste di candidature UNESCO avanzate direttamente dai Paesi interessati. Nel 2002 la Slovacchia ha candidato il “Memoriale di Chatam Sófer”.⁷ L'area nella città di Bratislava, intitolata al sepolcro dell'omonimo rabbino ortodosso, comprende l'antico cimitero ebraico della città, attivo fin dal XVII secolo e che oggi conserva perlopiù le tombe dei più famosi ebrei saggi e illustri della zona. La città di Amburgo in Germania ha candidato nel 2015 il “Cimitero ebraico di Altona Königstraße”.⁸ In questo terreno di meno di 2 ettari di superficie sono custodite circa 8000 pietre sepolcrali ebraiche di epoca moderna prodotte dalle Comunità ebraiche locali dal XVII secolo. Per la quantità e l'eterogeneità delle stele sefardite, di stampo ispano-portoghese, e ashkenazite, di matrice mitteleuropea, il cimitero ebraico di Altona è considerato uno dei più significativi del pianeta. Ancora nel 2015, è stata avanzata la candidatura della città di “Moisés Ville” in Argentina.⁹ Quale colonia agricola fondata alla fine del XIX secolo da alcune famiglie di ebrei ucraini, il villaggio originariamente chiamato Kiryat Moshe conserva oggi – oltre a numerosi edifici, scuole e sinagoghe con una perfetta fusione di stili ebraico-europei e architetture sudamericane – anche il primo cimitero ebraico dell'Argentina. Per ultimo, nel 2018, è stato candidato dalla Bosnia-Erzegovina il “Cimitero ebraico di Sarajevo”.¹⁰ Una vasta area che si sviluppa sulle pendici del monte Trebevic attiva fin dalla metà del XVI secolo e che comprende quasi 4000 lapidi ebraiche divise in sette campi rappresentanti la diversità di tradizioni delle famiglie israelitiche che risiedevano in città nel periodo ottomano e poi austro-ungarico.

L'inserimento di questi siti ebraici all'interno delle liste UNESCO ha permesso di certo una maggiore attenzione verso la tutela e la valorizzazione di questi luoghi di particolare e dichiarato valore. Nel corso degli ultimi decenni però si è osservato un graduale e generalizzato interesse verso i cimiteri ebraici, incentivato con ogni probabilità dall'uscita di numerose pubblicazioni

cartacee e database online che hanno reso chiara la grande quantità di informazioni storiche, letterarie e artistiche desumibili dall'analisi approfondita dei monumenti funebri israelitici, individuati quindi non più come dei semplici oggetti commemorativi.

Tra i recenti progetti di studio di stampo editoriale c'è quello condotto dal professor David J. Malkiel della Bar-Ilan University di Tel Aviv che si è occupato dei cimiteri ebraici di Padova. Malkiel in particolare ha svolto una mappatura delle migliaia di lapidi presenti nei sei terreni sepolcrali della città e ha poi riportato i risultati della ricerca in due pubblicazioni. Nel 2013 viene pubblicato in ebraico *Poems in Marble. Inscriptions from the Jewish Cemeteries of Padua* (כתובות מבתי החיים של פדובה) (Malkiel, 2013)¹¹ che racchiude integralmente tutti i testi incisi sulle pietre, mentre nel 2014 esce in inglese *Stones Speak - Hebrew Tombstones from Padua* (Malkiel, 2014),¹² un libro dallo spiccato valore scientifico per le accurate considerazioni letterarie e artistiche che l'autore fa a partire dalle epigrafi ebraiche patavine. Queste monografie hanno ricondotto l'attenzione della cittadinanza verso i luoghi descritti, che sono infatti stati oggetto di campagne di restauro e valorizzazione tanto da portare alla musealizzazione dell'antico cimitero cinquecentesco di via Wiel.

Analogamente al progetto editoriale di Padova, che si è tramutato in proposte di valorizzazione concrete, è da segnalare anche la più ampia collana del *Corpus Epitaphiorum Hebraicorum Italiae*, una serie fondata e diretta dal professor Mauro Perani dell'Università di Bologna. La collana CEHI ha all'attivo, dal 2008 a oggi, nove volumi su numerosi cimiteri ebraici italiani, dell'Emilia-Romagna, Veneto, Toscana, Lombardia e Friuli.¹³ L'ambizioso scopo della serie editoriale è quello di pubblicare tutti gli epitaffi ebraici d'Italia corredati da un apparato fotografico e tentare così di preservare su carta una memoria incisa che sta gradualmente scomparendo a causa di agenti naturali e della cattiva manutenzione.

Degna di nota è anche la rinnovata produzione bibliografica riguardante i cimiteri ebraici dell'Est Europa, un vasto territorio con un'altissima concentrazione di aree di sepoltura conservate. Da un lato si sta infatti puntando al far avvicinare le nuove generazioni a questi luoghi, educando alla loro conoscenza, con la stampa di guide per le scuole o per i turisti che ne forniscano una chiave di lettura per una visita consapevole.¹⁴ Dall'altro si sta cercando sempre più di pubblicizzare la riscoperta di lapidi oltraggiate nel corso degli ultimi regimi totalitari, raccontandone la travagliata storia e dando notizia della loro ricollocazione in appositi memoriali.¹⁵

Le nuove prospettive di valorizzazione del patrimonio epigrafico degli ebrei si sviluppano però maggiormente in un contesto digitale, con alcuni progetti internazionali che spiccano sopra gli altri ma che si stanno sempre più mostrando come modelli da seguire in Italia.

Da decenni l'Istituto Steinheim dell'Università di Duisburg-Essen in Germania ha sviluppato un banca dati online in continua espansione chiamata *Epidat-Epigraphische Datebank*.¹⁶ Quale prima raccolta digitale del suo genere, essa ha col tempo collezionato oltre 46.000 iscrizioni tombali israelitiche, dal 1050 al 1952, conservate in tutta l'Europa Centrale. Oltre alla trascrizione dell'epitaffio in ebraico, sono presenti anche la fotografia della stele, la traduzione e il commento in tedesco.

Un altro esempio simile, sviluppato però per l'area levantina, è la ricerca condotta dal Goldstein-Goren Diaspora Research Center dell'Università di Tel Aviv concretizzata nel *Digitized Database of Jewish Tombstones in Turkey*.¹⁷ Il sito internet contiene attualmente un

bacino di circa 60.000 iscrizioni sepolcrali ebraiche, dal 1583 al 1990, appartenenti all'area dell'attuale Turchia e di tutto l'Impero Ottomano. La scheda catalografica dei beni ha una struttura essenziale, con alcune indicazioni tecniche, la fotografia e solo la trascrizione del testo in ebraico.

A questi esempi si può certamente aggiungere il meta-catalogo online *PEACE- Portal of Epigraphy, Archaeology, Conservation and Education on Jewish Funerary Culture*¹⁸ che, promosso dal Digital Humanities Lab della Utrecht University, aggrega le principali risorse digitali in ambito di epigrafia funeraria ebraica attualmente disponibili. In questo portale infatti confluiscono i risultati del locale progetto *Funerary Inscriptions of Jews from Italy*, del già accennato database *Epidat* e del progetto *Inscriptions of Israel/Palestine* della Brown University, oltre che i dati raccolti da singoli esperti del settore per le iscrizioni ebraiche della Spagna, della Francia e di Safed in Israele. Dato l'ampio raggio di aggregazione di *PEACE* tuttora in espansione, le stele censite sono decine di migliaia e spaziano dall'epoca antica fino alla contemporanea, costituendo di fatto il più vasto database del suo genere.

Queste grandissime banche dati online hanno reso come non mai accessibili i cimiteri ebraici e le epigrafi in essi contenute non solo ad un pubblico di esperti e studiosi di tutto il mondo che ne possono beneficiare per i loro più svariati ambiti accademici, da genealogici a storico-artistici, ma anche ad un pubblico di curiosi, più locale e interessato semplicemente a scoprire una diversa ritualità funebre.

Riportare alla luce anche il patrimonio epigrafico delle Comunità ebraiche d'Italia è una strada che negli ultimi anni si sta cominciando a percorrere. Il nostro Paese è infatti un contenitore ricchissimo di preziosi beni culturali ebraici, che conta arredi liturgici, argenti, tessuti, manoscritti e stele contenuti, oltre che in decine di musei, archivi e sinagoghe, anche, come precedentemente descritto, in un centinaio di cimiteri. Il principale attore nei processi di valorizzazione di questi terreni su scala nazionale è la Fondazione per i Beni Culturali Ebraici in Italia che, in aggiunta a iniziative di promozione sul territorio, ha iniziato negli ultimi anni una campagna sistematica di catalogazione, confluita anch'essa in un database online. Il *Portale del Patrimonio Culturale Ebraico*,¹⁹ a cui in prima persona collaboro come catalogatore per il Veneto, il Friuli-Venezia Giulia e la Lombardia, contiene schede descrittive di varie tipologie di bene e, oltre ad un ricco apparato fotografico è presente, per ogni testo in lingua ebraica, anche la corrispondente traduzione in italiano.

Con questo *excursus* si è cercato fornire un quadro delle principali strategie adottate per raccogliere ordinatamente i dati delle iscrizioni ebraiche e far conoscere i cimiteri ebraici, degli spazi troppo spesso tralasciati da un approccio di analisi scientifico e talvolta trascurati dall'attenzione pubblica. Una riflessione possibile sta nel constatare che, nonostante la digitalizzazione possa essere solo un minimo, tradizionale e quasi scontato tassello di conservazione – a cui potrebbero seguire a supporto delle ulteriori risorse elettroniche e dei nuovi processi comunicativi –, il mappare e poi censire con qualsiasi strumento, dal cartaceo all'informatico, le lapidi ebraiche può considerarsi oggi comunque una prima trazione verso la tutela e la valorizzazione di questi luoghi della memoria ancora tutti da scoprire.

Note:

¹ Per approfondire la tematica si veda A. Spagnuolo, *Il terreno della memoria: il cimitero ebraico di Ferrara dopo la Shoah. Tra testimonianze epigrafiche e l'opera letteraria di Giorgio Bassani*, «RMI – La Rassegna Mensile di Israel», 2024, in corso di pubblicazione.

² M.E. Vázquez, *Giorgio Bassani: l'Argentina intravista*, «La Nación», 3 luglio 1983, in B. Pecchiari, D. Scarpa (a cura di), *Giorgio Bassani. Interviste (1955-1993)*, Milano, Feltrinelli, 2019, pp. 326-334.

³ Cfr. A. Morpurgo, *Il cimitero ebraico in Italia. Storia e architettura di uno spazio identitario*, Macerata, Quodlibet, 2012.

⁴ Per i dettagli su [“Coro e il suo porto”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

⁵ Per i dettagli su [“Quartiere ebraico e la Basilica di San Procopio a Třebíč”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

⁶ Per i dettagli su [“ShUM – Siti di Speyer, Worms e Mainz”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

⁷ Per i dettagli su [“Memoriale di Chatam Sófer”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

⁸ Per i dettagli su [“Cimitero ebraico di Altona Königstraße”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

⁹ Per i dettagli su [“Moisés Ville”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

¹⁰ Per i dettagli su [“Cimitero ebraico di Sarajevo”](#) si veda la scheda del patrimonio online sul sito UNESCO [pagina consultata il 06/04/2023].

¹¹ D.J. Malkiel, *Poems in Marble. Inscriptions from the Jewish Cemeteries of Padua* [שירי שיש. כתובות מבתי החיים], Jerusalem, Ben-Zvi Institute, 2013 [ebr.].

¹² Id., *Stones Speak - Hebrew Tombstones from Padua. 1529-1862*, Leiden-Boston, Brill, 2014.

¹³ A. Mortari, C. Bonora Previdi (a cura di), *Il “giardino” degli ebrei. Cimiteri ebraici del Mantovano*, in *CEHI*, vol. I, Firenze, Giuntina, 2008; M. Perani, A. Pirazzini, G. Corazzol (a cura di), *Il cimitero ebraico di Lugo*, in *CEHI*, vol. II, Firenze, Giuntina, 2011; M.P. Balboni, M. Perani, A. Creatura, G. Corazzol (a cura di), *Sigilli di eternità. Il cimitero ebraico di Finale Emilia*, in *CEHI*, vol. III, Firenze, Giuntina, 2011; M. Perani, J. Arbib, R. Giulietti (a cura di), *La nazione ebraica di Monte San Savino e il suo Campaccio*, in *CEHI*, vol. IV, Firenze, Giuntina, 2014; M. Perani (a cura di), *Il cimitero ebraico di Cento negli epitaffi e nei registri delle Confraternite*, in *CEHI*, vol. V, Firenze, Giuntina, 2016; P.C. Ioly Zorattini, M. Perani, A. Spagnuolo (a cura di), *Cimiteri ebraici del Friuli. Cividale, Udine, San Daniele, San Vito al Tagliamento*, in *CEHI*, vol. VI, Firenze, Giuntina, 2018; M. Mascolo, *Il Cimitero di Guerra della Comunità Israelitica di Bari*, in *CEHI*, vol. VII, Firenze, Giuntina, 2018; L. Busetti, M. Perani, A. Spagnuolo (a cura di), *Il cimitero ebraico di Conegliano. Luce eterna sul col Cabalàn*, in *CEHI*, vol. VIII, Firenze, Giuntina, 2020; M. Perani, P.C. Ioly Zorattini, M. Del Bianco, A. Spagnuolo (a cura di), *Il cimitero ebraico di Gradisca d'Isonzo*, in *CEHI*, vol. IX, Firenze, Giuntina, 2020.

¹⁴ Cfr. S. Shokin, M. Migliori (eds.), *Catalogue of Best Practices for Jewish Cemetery Preservation*, Kyiv, Sofia-A, 2021; E. Zyskina, A. Fishel (eds.), *Jewish Cemeteries in the Classroom. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020; T. Kondratenko, D. Gorkovchuk (eds.), *Surveying and Modelling Jewish Heritage Sites. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020; P. Carmel et al. (eds.), *Jewish Cemeteries and Sustainable Protection. The ESJF Handbook of Sustainable Heritage Tourism*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020; D. Vonnák, O. Andronatiy (eds.), *Guided Tours in the Jewish Cemetery. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020.

¹⁵ L'atto di riciclare gli *spolia* epigrafici prelevati dai cimiteri degli ebrei è stato utilizzato, soprattutto in età contemporanea e sotto la dominazione dei regimi totalitari, non tanto per scopi architettonicamente utili o decorativi, quanto piuttosto per un mero fine di svalutazione della cultura del popolo ebraico. Durante, ad esempio, il controllo nazista dei territori dell'Europa orientale come l'Ucraina e la Polonia, la sottomissione degli insediamenti ebraici vedeva, nella strumentalizzazione della violazione dei sepolcri israelitici, un grande alleato. Sono infatti innumerevoli i casi noti in cui, qualora le lapidi non fossero state completamente abbattute, le truppe del Terzo Reich prelevassero le stele in pietra e le utilizzassero per lastricare le strade delle città o i marciapiedi. Si poneva inoltre particolare attenzione nel collocare le lastre funerarie con l'epitaffio ebraico rivolto verso l'alto, costringendo quindi qualsiasi pedone o veicolo a dissacrare continuamente le memorie incise passandoci sopra. Attualmente, a causa di questa triste pratica, è pertanto molto comune venire a conoscenza di lapidi ebraiche che, soprattutto nei paesi dell'Est Europa,

vengano ritrovate al di sotto del livello stradale a seguito di lavori di riassetto urbano. Negli anni che seguirono la caduta del regime nazionalsocialista tedesco, la situazione, in particolare nei paesi sotto il nuovo controllo sovietico, non cambiò però di molto e si continuarono difatti a perpetrare i crimini, i soprusi e le devastazioni a danno degli insediamenti ebraici sopravvissuti al difficile periodo appena concluso. Le violazioni dei terreni di inumazione non si arrestarono e si verificarono nuovamente casi di reimpiego di pietre sepolcrali senza alcun tipo di scrupolo. Per la descrizione di alcune vicende esemplari si veda Y. Weizman, *Unsettled Heritage. Living next to Poland's Material Jewish Traces after the Holocaust*, Ithaca-London, Cornell University Press, 2022; E. Raim, *Nazi Crimes against Jews and German Post-War Justice*, Berlin-Munich-Boston, De Gruyter, 2015, in particolare il paragrafo *Desecration of Jewish Cemeteries*, pp. 179-185; M. Altshuler, *Religion and Jewish Identity in the Soviet Union. 1941-1964*, Waltham, Brandeis University Press, 2012, in particolare il paragrafo *Cemeteries, Holocaust Memorials and Burial Societies*, pp. 205-228.

¹⁶ È possibile visitare il database online di [Epidat-Epigraphische Datebank](#). Per approfondire si veda T. Kollatz, *EPIDAT - Research Platform for Jewish Epigraphy*, in A. De Santis, I. Rossi (eds.), *Crossing Experiences in Digital Epigraphy. From Practice to Discipline*, Berlin, De Gruyter, 2018, pp. 231-239; Id., *EPIDAT - Datenbank zur jüdischen Grabsteinepigraphik. Inventarisierung und Dokumentation historischer jüdischer Friedhöfe*, in E. Bolenz, L. Franken, D. Hänel (eds.), *Wenn das Erbe in die Wolken kommt. Digitalisierung und kulturelles Erbe*, Essen, Klartext, 2015, pp. 161-168.

¹⁷ È possibile visitare il database online di [A World Beyond: Jewish Cemeteries in Turkey](#).

¹⁸ È possibile visitare il database online di [PEACE- Portal of Epigraphy. Archaeology, Conservation and Education on Jewish Funerary Culture](#).

¹⁹ È possibile visitare il database online del [Portale del Patrimonio Culturale Ebraico](#).

Bibliografia:

Altshuler M., *Religion and Jewish Identity in the Soviet Union. 1941-1964*, Waltham, Brandeis University Press, 2012.

Balboni M.P., Perani M., Creatura A., Corazzol G. (a cura di), *Sigilli di eternità. Il cimitero ebraico di Finale Emilia*, in *CEHI*, vol. III, Firenze, Giuntina, 2011.

Bolenz E., Franken L., Hänel D. (eds.), *Wenn das Erbe in die Wolken kommt. Digitalisierung und kulturelles Erbe*, Essen, Klartext, 2015.

Busetti L., Perani M., Spagnuolo A. (a cura di), *Il cimitero ebraico di Conegliano. Luce eterna sul col Cabalàn*, in *CEHI*, vol. VIII, Firenze, Giuntina, 2020.

Carmel P. et al. (eds.), *Jewish Cemeteries and Sustainable Protection. The ESJF Handbook of Sustainable Heritage Tourism*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020.

De Santis A., Rossi I. (eds.), *Crossing Experiences in Digital Epigraphy. From Practice to Discipline*, Berlin, De Gruyter, 2018.

Ioly Zorattini P.C., Perani M., Spagnuolo A. (a cura di), *Cimiteri ebraici del Friuli. Cividale, Udine, San Daniele, San Vito al Tagliamento*, in *CEHI*, vol. VI, Firenze, Giuntina, 2018.

Kondratenko T., Gorkovchuk D. (eds.), *Surveying and Modelling Jewish Heritage Sites. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020.

Malkiel D.J., *Poems in Marble. Inscriptions from the Jewish Cemeteries of Padua* [שירי שיש כתובות מבתי החיים [של פדובה]], Jerusalem, Ben-Zvi Institute, 2013 [ebr.].

Malkiel D.J., *Stones Speak - Hebrew Tombstones from Padua. 1529-1862*, Leiden-Boston, Brill, 2014.

Mascolo M., *Il Cimitero di Guerra della Comunità Israelitica di Bari*, in *CEHI*, vol. VII, Firenze, Giuntina, 2018.

Morpurgo A., *Il cimitero ebraico in Italia. Storia e architettura di uno spazio identitario*, Macerata, Quodlibet, 2012.

Mortari A., Bonora Previdi C. (a cura di), *Il "giardino" degli ebrei. Cimiteri ebraici del Mantovano*, in *CEHI*, vol. I, Firenze, Giuntina, 2008.

Pecchiari B., Scarpa D. (a cura di), *Giorgio Bassani. Interviste (1955-1993)*, Milano, Feltrinelli, 2019.

Perani M. (a cura di), *Il cimitero ebraico di Cento negli epitaffi e nei registri delle Confraternite*, in *CEHI*, vol. V, Firenze, Giuntina, 2016.

Perani M., Arbib J., Giulietti R. (a cura di), *La nazione ebraica di Monte San Savino e il suo Campaccio*, in *CEHI*, vol. IV, Firenze, Giuntina, 2014.

- Perani M., Ioly Zorattini P.C., Del Bianco M., Spagnuolo A. (a cura di), *Il cimitero ebraico di Gradisca d'Isonzo*, in *CEHI*, vol. IX, Firenze, Giuntina, 2020.
- Perani M., Pirazzini A., Corazzol G. (a cura di), *Il cimitero ebraico di Lugo*, in *CEHI*, vol. II, Firenze, Giuntina, 2011.
- Raim E., *Nazi Crimes against Jews and German Post-War Justice*, Berlin-Munich-Boston, De Gruyter, 2015;
- Shokin S., Migliori M. (eds.), *Catalogue of Best Practices for Jewish Cemetery Preservation*, Kyiv, Sofia-A, 2021.
- Spagnuolo A., *Il terreno della memoria: il cimitero ebraico di Ferrara dopo la Shoah. tra testimonianze epigrafiche e l'opera letteraria di Giorgio Bassani*, «RMI – La Rassegna Mensile di Israel», 2023.
- Vonnák D., Andronatiy O. (eds.), *Guided Tours in the Jewish Cemetery. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020.
- Weizman Y., *Unsettled Heritage. Living next to Poland's Material Jewish Traces after the Holocaust*, Ithaca-London, Cornell University Press, 2022.
- Zyskina E., Fishel A. (eds.), *Jewish Cemeteries in the Classroom. An ESJF Guide*, Frankfurt, European Jewish Cemeteries Initiative, 2020.

La riduzione elettrochimica nel restauro della foglia d'argento

Lilli Tanzi, Michele Di Foggia, Graziella Accorsi

Abstract

The trial aimed to search for a method that would allow the application of electrochemical reduction for the treatment of oxidised metallic films or small elements in poly-material artworks. The main advantage is the opportunity to apply to what currently represents a poorly treatable damage: silver leaf oxidation. This technique allows the controlled restoration of the aesthetic characteristics without the adding of new material or removal of the original, as in other processes such as abrasive-based methods or reconstruction. The best quality of the silver sulfide reduction reaction is to restore the silver to its original white and shiny appearance while preserving its chemical characteristics.

L'obiettivo della sperimentazione è stato quello di trovare una metodologia che permettesse l'applicazione della riduzione elettrochimica al trattamento delle ossidazioni a carico di film metallici e di piccoli elementi in argento nell'ambito delle opere d'arte polimeriche. Il principale vantaggio presentato dal metodo consiste nella possibilità di applicazione ad un tipo di degrado che, allo stato attuale della ricerca, risulta scarsamente trattabile, ovvero l'ossidazione della foglia d'argento (con trasformazione dello stesso in solfuro d'argento, Ag_2S). Il sistema permette il ripristino controllato delle caratteristiche estetiche del materiale senza che vi sia rimozione di sostanza originale, come avviene nei metodi che prevedono l'uso di abrasivi, né apporto di nuova materia, come nei rifacimenti. La migliore caratteristica della reazione di riduzione del solfuro di argento è la capacità di riportare quest'ultimo al precedente stato metallico, bianco e lucente, mantenendone intatte le caratteristiche chimiche originali.

Parole chiave: Restauro; argento; foglia; riduzione; elettrochimica.

Lilli Tanzi: Accademia delle Belle Arti di Bologna

✉ lilli.tanzi@outlook.it

1. Introduzione

L'ossidazione della foglia d'argento nell'ambito della conservazione dei beni culturali è un tipo di degrado per il quale esistono ancora poche valide alternative. La difficoltà di intervento è determinata dalla fragilità del substrato, in termini di spessore degli strati interessati¹ e sensibilità all'ambiente acquoso dello strato preparatorio. Tipicamente l'argentatura a foglia è eseguita su manufatti lignei sui quali sono applicati uno strato preparatorio di solfato di calcio biidrato² e uno a base di alluminosilicati³ entrambi legati con colla proteica.⁴ Queste caratteristiche strutturali comportano la difficoltà, se non l'impossibilità, di eseguire su questa tipologia di materiali porosi e sensibili all'acqua le operazioni di pulitura solitamente applicate alle opere in argento massiccio o in lamina. In particolare gli interventi tradizionali consistono in puliture per mezzo di abrasivi,⁵ bagni o impacchi di agenti complessanti in abbinamento o meno con sostanze acide,⁶ riduzione elettrochimica condotta in immersione.

2. Materiali e metodi

Per lo studio sono state selezionate tre variabili: l'anodo, il sale e il supportante. Altri parametri rilevanti come temperatura, tempo di applicazione e concentrazione sono stati monitorati pur non costituendo l'oggetto principale del lavoro.⁷

Il sale è stato utilizzato in funzione di elettrolita, per costituire la soluzione salina di conduzione. Sono stati selezionati due composti: il cloruro di sodio NaCl, ovvero il comune sale da cucina, ed il bicarbonato di sodio NaHCO₃. I criteri considerati nella scelta sono stati l'atossicità, la solubilità, la mobilità ionica del sistema, il valore di pH della soluzione.

Nella sperimentazione il catodo coincide sempre con il solfuro d'argento, prodotto d'ossidazione dell'argento metallico, e pertanto non rappresenta una variabile.

L'unico reagente ad essere oggetto d'analisi è quindi l'anodo, ovvero la sostanza che avrà la funzione di agente riducente all'interno della reazione. Per aumentare la superficie di contatto sono stati preferiti composti solubili, con l'unica eccezione dell'alluminio metallico.⁸ Quest'ultimo è stato utilizzato sia sotto forma di lamina per uso alimentare⁹ che di foglia per uso decorativo. L'azione riducente è dovuta al meccanismo della corrosione galvanica.

Gli altri reagenti sono composti aromatici dotati di un numero di siti attivi che va da due a quattro, costituiti da gruppi ossidrilici, gruppi amminici, o una combinazione dei due.

| Reagenti | | | |
|-----------------------|--|--------------------------------|---------------|
| Nome | Formula bruta | Solubilità in H ₂ O | Siti reattivi |
| Alluminio | Al | insolubile | 1 |
| Acido gallico | C ₆ H ₂ (OH) ₃ COOH | 1,19g/100ml | 4 |
| Idrochinone | C ₆ H ₆ O ₂ | 5,19g/100ml | 2 |
| Pirocatecolo | C ₆ H ₄ O ₂ | 45g/100ml | 2 |
| Pirogallolo | C ₆ H ₃ (OH) ₂ | 40g/100ml | 3 |
| p-fenilendiammina | C ₆ H ₄ (NH ₂) ₂ | 4,7g/100ml | 2 |
| p-amminofenolo | H ₂ HC ₆ H ₄ OH | 0,65g/100ml | 2 |
| p-idrossifenilglicina | C ₈ H ₅ (OH) ₂ (NH ₂) | 0,23g/100ml | 3 |

Un componente di fondamentale importanza è il supportante, indispensabile per l'applicazione di un metodo che necessita dell'ambiente acquoso ad una superficie sensibile all'umidità. Sono stati selezionati sette tra i più comuni supportanti utilizzati nel campo del restauro.¹⁰

| Supportanti | | |
|-----------------------------|--|------------|
| Nome | Natura chimica | Viscosità |
| Carbopol Ultrez 21® | Acido poliacrilico | Alta |
| Klucel G® | Idrossipropilcellulosa | Alta |
| Vanzan NF-C® | Gomma xantano | Bassa |
| Agar agar | Polimero di D-galattosio | Gel rigido |
| Nevek® | Polimero di D-galattosio | Gel rigido |
| Gellano | Gel polisaccaridico | Gel rigido |
| Gel di PVA e sali di borace | Alcool polivinilico e tetraborato di sodio | Alta |

Nella fase preliminare della sperimentazione le caratteristiche di cessione del liquido da parte dei diversi supportanti sono state valutate tramite un test di penetrazione. Questo è stato eseguito su dei provini in solfato di calcio bi-idrato,¹¹ gelificando delle soluzioni di bicarbonato di sodio¹² utilizzando la massima percentuale dei singoli supportanti proposta dalle schede tecniche.¹³ In questo modo sono state valutate le massime prestazioni dei prodotti, in termine di ritenzione, e la facilità di rimozione unitamente alla quantità di residui.

In questa fase è stata messa a punto la formulazione delle soluzioni gelificate. Per ottenere una maggior conducibilità, e quindi diminuire il tempo di applicazione richiesto, è stato stabilito di utilizzare la massima concentrazione salina possibile. A questo scopo sono stati eseguiti dei test per valutare la percentuale massima di sale ammessa dai diversi supportanti.¹⁴

| Supportante | Sale | Contenuto massimo % |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| Carbopol Ultrez 21® | NaHCO ₃ | 2,88% |
| Carbopol Ultrez 21® | NaCl | 2,88% |
| Klucel G® | NaHCO ₃ | 4,4% |
| Klucel G® | NaCl | 5% |
| Vanzan NF-C® | NaHCO ₃ | 5% |
| Vanzan NF-C® | NaCl | 5% |

Le prove sono state eseguite con i gel a base di Carbopol Ultrez 21®, Klucel G® e Vanzan NF-C®. I gel di Agar, Gellano e sali di borace, essendo già conduttivi di per sé, non necessitano dell'aggiunta di elettroliti.

Per la sperimentazione sono stati predisposti dei provini misuranti 3x6 cm, costituiti da una base in pioppo multistrato dello spessore di 1,5 cm sulla quale è stata stesa una preparazione di tipo tradizionale a gesso di Bologna e colla di coniglio. L'argentatura è stata eseguita su bolo rosso con foglia di argento puro, a doppio strato, e in seguito brunita.¹⁵

L'ossidazione della foglia metallica è stata ottenuta con 24 ore di esposizione ai vapori di una soluzione all'1% di "fegato di zolfo"¹⁶ all'interno di un ambiente confinato creato con del film polibARRIERA EVOH® sigillato con nastro adesivo butilico.

I test sono stati eseguiti sulla metà destra di ogni campione. I reagenti solubili sono stati aggiunti alla soluzione salina gelificata, la quale è stata poi applicata direttamente sulla superficie di argento ossidato con l'ausilio di una spatolina di plastica. Le lamine di alluminio sono state adagiate sopra alla stesura di gel conduttivo. L'alluminio in foglia è stato utilizzato secondo due modalità: adagiandolo al di sopra della stesura di gel, analogamente a quanto fatto con l'alluminio in lamina, oppure ponendolo direttamente a contatto con la foglia d'argento prima di applicarvi sopra il gel, sfruttando la non indifferente porosità della foglia dovuta all'estrema sottigliezza.

Al termine della prova il gel conduttivo è stato rimosso con tamponcini di cotone, prima a secco e poi con alcool etilico.

Sono state eseguite prove di trattamento localizzato, sia in presenza che in assenza di mascherature. Lo scopo di questi test è capire il grado di precisione che è possibile ottenere con questa tecnica, anche in relazione alla diversa consistenza delle soluzioni supportate.

Data la finalità principalmente estetica del trattamento l'analisi visiva degli effetti prodotti ha costituito una parte fondamentale nella valutazione dell'efficacia delle prove. Nonostante ciò, non ci si è affidati alla pura percezione visiva, raccogliendo dati strumentali a conferma dei risultati ottenuti.

Nel corso della sperimentazione sono stati monitorati i cambiamenti del valore di gloss superficiale, utilizzando un glossometro GM-026 della Digital Meters, e quelli dell'angolo di contatto, utilizzando il test della goccia.¹⁷ Le misurazioni, così come la documentazione fotografica, sono state eseguite prima dell'ossidazione forzata, in seguito alla stessa, e in seguito alla riduzione. In particolare il test dell'angolo di contatto è stato utilizzato come indice delle caratteristiche morfologiche superficiali.¹⁸

In seguito al trattamento i campioni ridotti sono stati analizzati con tecniche spettroscopiche Raman e IR per la ricerca di residui e contaminanti.¹⁹

3. Risultati

Durante la prima fase sono state svolte prove con la coppia sale-anodo costituita da bicarbonato di sodio ed alluminio. Da queste sono stati selezionati i supportanti più performanti, ovvero i gel di Carbopol, Vanzan e Klucel, testati poi in abbinamento a tutti gli anodi previsti dalla sperimentazione.

Dopo questo secondo ciclo di prove è stato possibile affermare che l'unica coppia sale-anodo che desse i risultati desiderati è rappresentata dall'abbinamento cloruro di sodio e alluminio metallico. I restanti reagenti sono stati scartati a causa della loro inefficacia, spesso dovuta a interazioni indesiderate col supportante.

A questo punto è stata indagata la relazione tra la concentrazione salina e il tempo di applicazione necessario, in vista di una possibile calibrazione del grado di riduzione finale.

Le prove eseguite con la coppia sale-anodo e i supportanti emersi dai test precedenti hanno permesso di definire i tempi di reazione richiesti, utilizzando la massima quantità di sale supportabile.²⁰

| Tempi di azione con soluzioni sature | |
|--------------------------------------|------------|
| Supportante | Tempo |
| Klucel G® | 8 minuti |
| Carbopol Ultrez 21® | 2,5 minuti |
| Vanzan NF-C® | 1,5 minuti |

Sono quindi state preparate delle serie di soluzioni gelificate con percentuali di sale decrescente, per tentare di individuare la soglia minima necessaria al buon esito della reazione. Sono stati valutati efficacia e tempo d'azione.

| Tempi di azione | | |
|---------------------|--------|------------|
| Supportante | % NaCl | Tempo |
| Klucel G® | 4 % | 15 minuti |
| Klucel G® | 3 % | 5 minuti |
| Klucel G® | 2 % | 3 minuti |
| Klucel G® | 1 % | 30 secondi |
| Carbopol Ultrez 21® | 2 % | 10 secondi |
| Carbopol Ultrez 21® | 1 % | 1 minuti |
| Vanzan NF-C® | 4 % | 1,5 minuti |
| Vanzan NF-C® | 3 % | 1,5 minuti |
| Vanzan NF-C® | 2 % | 15 minuti |
| Vanzan NF-C® | 1 % | 15 minuti |

Tutte le serie si sono rivelate efficaci anche alla minor concentrazione testata, seppur con significative differenze nel tempo di applicazione. Diversamente da come sarebbe stato ragionevole aspettarsi non tutte le soluzioni gelificate hanno mostrato un aumento dei tempi di azione al diminuire della concentrazione di sale. In particolare i tempi sono scesi per le soluzioni supportate con Klucel e Carbopol. Questa è probabilmente la conseguenza della diminuzione di viscosità osservata al calare della percentuale salina. Questo parametro ha probabilmente contribuito positivamente ad aumentare la conducibilità complessiva del sistema, compensando ampiamente la minor quantità di elettrolita. Questa ipotesi spiegherebbe anche perché le soluzioni gelificate con Vanzan, meno viscosi, non abbiano beneficiato di questo effetto.

Da prove effettuate aumentando progressivamente il tempo di applicazione a parità di variabili coinvolte è stato possibile valutare l'aumento di efficacia legato all'esposizione.

I test hanno anche evidenziato che la reazione inizia, o diventa evidente, solo dopo un iniziale periodo di latenza. Una volta iniziata, questa si svolge piuttosto velocemente, raggiungendo un grado massimo di azione. Dopo il raggiungimento di questa soglia non si attendono variazioni osservabili neanche in seguito a lunghe esposizioni.

Fig 1 – Per tempi inferiori a quello di reazione si nota un progressivo aumento dell'efficacia all'aumentare del tempo di applicazione. Risultati con gel di NaCl al 2% in Vanzan; a) 5 minuti; b) 10 minuti; c) 15 minuti.

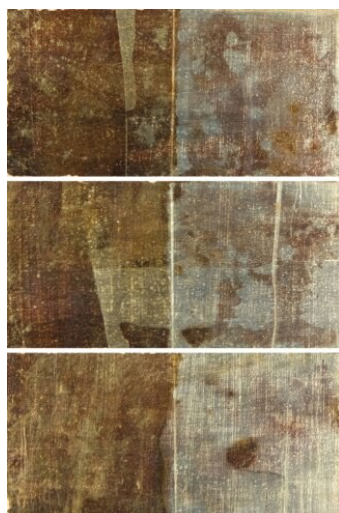
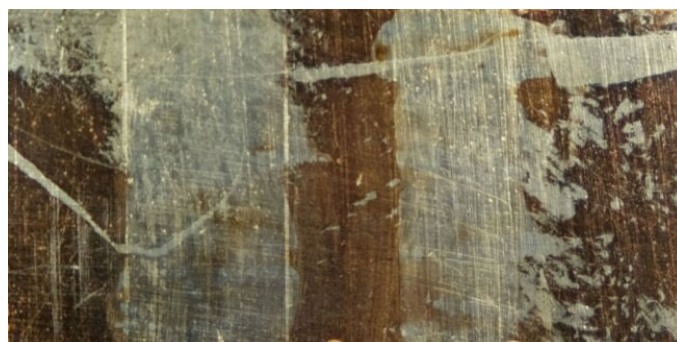


Fig. 2 – Superando il tempo di reazione non si nota nessun sostanziale differenza all'aumentare del tempo di applicazione. Risultati con gel di NaCl al 3% in Carbopol; a) 2,5 minuti; b) 5 minuti; c) 10 minuti.



Le prove di trattamento localizzato in assenza di mascheratura²¹ hanno dato risultati che sarebbero considerati perfettamente accettabili per buona parte delle applicazioni pratiche. L'irregolarità dei bordi prodotta da questa pratica risulta tuttavia evidente ad un esame ravvicinato. Al contrario, le prove effettuate con l'ausilio di protezioni superficiali hanno permesso di creare aree di argento ridotto perfettamente definite.

Fig. 3 – Le due fasce verticali ridotte mostrano una prova di applicazione localizzata



I valori di gloss superficiale raccolti, in particolare in precedenza all'ossidazione, si sono rivelati estremamente coerenti tra loro, dimostrando l'elevata precisione dello strumento nonché la discreta omogeneità dei provini. I dati mostrano, come da previsione, una decisa diminuzione della lucentezza in seguito all'ossidazione forzata. Le misurazioni finali riportano un ottimo recupero del grado di gloss, che soprattutto con la geometria d'illuminazione a 60° risulta pressoché identico a quello iniziale.

| Misurazioni del grado di gloss | | |
|--------------------------------|--------|--------|
| Stato argento | 20 | 60 |
| Argento non ossidato | 167 | 200 |
| Argento ossidato | 11-28 | 50-120 |
| Argento ridotto | 90-160 | 200 |

Il test dell'angolo di contatto mostra un aumento dell'idrofilia della superficie in seguito all'ossidazione, dato che rimane invariato con la riduzione. La diminuzione dell'angolo di contatto sarebbe attribuibile non alla diversa natura chimica dell'ossido, ma alla diversa conformazione superficiale dello stesso. Questo valore non viene infatti modificato dalla successiva riduzione, nonostante il reintegro delle caratteristiche chimiche del materiale.

| Test dell'angolo di contatto | |
|------------------------------|---------|
| Stato argento | Angolo° |
| Argento non ossidato | 27.5° |
| Argento ossidato | 39° |
| Argento ridotto | 39° |

I dati, quindi, supportano l'avvenuto mantenimento della patina tridimensionale.

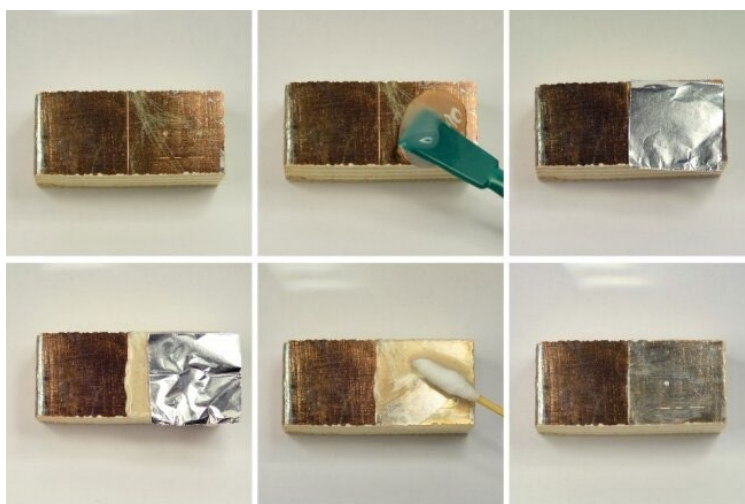
Le tecniche spettroscopiche hanno rivelato minimi residui organici di supportante e contaminanti inorganici come solfati e cloruri, confermando la bontà della tecnica di riduzione.

4. Conclusioni

L'uso di alluminio metallico in lamina, unitamente a soluzioni di cloruro di sodio supportate in Carbopol Ultrez 21®, Vanzan NF-C® e Klucel G® ha dato buoni risultati nell'ambito della ricerca. È stato possibile produrre un'efficace riduzione del solfuro d'argento della patina in argento metallico, rispettando l'integrità della delicata superficie idrofila sottostante, grazie al limitato apporto d'acqua e alla scarsa azione meccanica richiesta. Il livello di gloss superficiale risulta ristabilito in modo quasi perfetto, mentre la patina superficiale risulta mantenuta. I materiali coinvolti nel processo sono atossici e sicuri per l'operatore e per l'ambiente, nonché economici e di facile reperibilità.

Fig. 4 – Esecuzione pratica del metodo

- a) provino dopo trattamento con fegato di zolfo; b) applicazione gel; c) applicazione foglia di alluminio; d) rimozione foglia alluminio; e) rimozione gel; f) risultato.



I tre supportanti si sono rivelati ugualmente efficaci, la scelta è quindi da effettuarsi in seguito all'analisi delle caratteristiche specifiche del substrato su cui operare. In particolare il Klucel è il più viscoso e ritentivo. Permette applicazioni localizzate precise, ma è sconsigliato su superfici molto decoese a causa del possibile effetto peeling. La consistenza del Vanzan, il più fluido dei tre, lo rende adatto alla stesura a pennello, metodo che permette un'agevole e pratica applicazione localizzata, nonché un certo grado di precisione. La minore adesività lo rende adatto a superfici fragili, nonostante il maggiore apporto d'acqua. Il Carbopol conferisce al gel caratteristiche intermedie. È meno fluido del Vanzan, inadatto all'applicazione a pennello, ma meno adesivo del Klucel.

Il campo d'azione si limita alla superficie a diretto contatto col gel, nella sua interezza. La reazione non ha luogo finché entrambi i poli, alluminio metallico e solfuro d'argento, non entrano in contatto attraverso la soluzione salina gelificata. Allo stesso modo cessa appena questo viene interrotto. Un requisito necessario, quindi, è che la superficie da trattare sia priva di vernici o stesure isolanti che possano ostacolare il processo interponendosi tra i due poli. Questa caratteristica può essere sfruttata, al contrario, per isolare aree che non si intende trattare. È possibile, infatti, trattare queste zone con sottili stesure di vernice, anche apolare, di cera o di ciclododecano,²² per i manufatti più sensibili. In questo modo il metodo si presta anche ad essere utilizzato in modo più ampio nel contesto dei manufatti polimaterici, ove questi presentino una o più componenti sensibili all'acqua.

Le aree sulle quali si è intervenuti rimangono ritrattabili per eventuali correzioni,²³ preferibilmente attendendo la completa asciugatura degli strati preparatori.

Siccome la riduzione ristabilisce le caratteristiche chimiche originarie del materiale argento, in seguito all'operazione si consiglia l'applicazione di opportune stesure protettive sulle superfici trattate.²⁴

I minimi residui di supportante e le tracce di solfati e cloruri rilevati dalle analisi Raman e FT-IR non presentano una reattività ritenuta pericolosa per la conservazione di un'eventuale opera d'arte, né risultano modificanti rispetto alle caratteristiche estetiche.

I test hanno evidenziato la possibilità di modulazione del grado di pulitura. Tuttavia in attesa di ulteriori approfondimenti il metodo più efficace per ottenere un grado di pulitura omogenea è sviluppare completamente la reazione.

Note:

¹ La foglia d'argento misura in media 0,3–0,4 µm di spessore.

² Comunemente conosciuto come gesso di Bologna nell'ambito delle belle arti.

³ Il bolo armeno è la base dal caratteristico colore rosso osservabile al di sotto delle dorature e delle argentature a guazzo.

⁴ In particolare è stata utilizzata la varietà detta colla di coniglio, costituita quasi interamente da collagene e ottenuta dalla bollitura di cascami di pelle del suddetto animale.

⁵ A questa categoria appartiene la classica tecnica della lucidatura dell'argento utilizzando un panno ruvido, l'uso di polveri abrasive sottili e di spazzolini in fibra di vetro. [CTS, Ci sono anch'io – argento splendente](#) [pagina consultata il 20 ottobre 2019].

⁶ I più comuni complessanti utilizzati a questo scopo sono la tiourea, o carbammide, i sali di Rochelle (tartrato doppio di sodio e potassio) e l'EDTA tetrasodico (acido etilendiamminotetraacetico).

⁷ In particolare è stata confermata la significativa diminuzione del tempo di reazione che si verifica apportando calore al sistema.

⁸ Già utilizzato in passato nella pulitura per via elettrochimica dei manufatti metallici.

⁹ Dello spessore medio di 10–15 µm.

¹⁰ Sono stati esclusi i supportanti di natura apolare, come il siliconico Velvesil plus®. Questo a causa della loro scarsa conducibilità elettrica e per le difficoltà legate all'uso di anodi idrosolubili.

¹¹ Ovvero comune gesso da presa.

¹² Al fine di ricreare le condizioni della successiva sperimentazione.

¹³ Alla soluzione è stato aggiunto un colorante all'anilina, in modo da facilitare la lettura dei risultati.

¹⁴ L'unico supportante la cui preparazione risulta laboriosa è il Carbopol Ultrez 21®. Il polimero risponde infatti negativamente al contatto con la soluzione salina, che pertanto non può essere aggiunta né durante il rigonfiamento né durante la fase di gelificazione. Anche disponendo di un gel ben formato basta un apporto dello 0,5% di sale in eccesso per causare l'immediata e totale perdita di consistenza.

¹⁵ Il processo della brunitura consiste nel comprimere la foglia metallica sopra agli strati preparatori utilizzando un utensile duro e levigato, solitamente una punta in agata, in modo da ottenere un effetto di maggiore lucentezza.

¹⁶ Con tale nome si indica tradizionalmente un solido composto da una miscela di solfuri di potassio, il cui colore vira dal rosso fegato al giallo pallido con l'invecchiamento. L. Gmelin, *Hand-book of Chemistry. Metals*, in *Works of Cavendish Society*, III, London, Harrison & Sons, 1852, p. 2; V. Barbera *et al*, *Revisione conservativa del modello ligneo del monumento funebre a Benedetto XIV di Pietro Bracci del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, tesi di diploma, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2016–2017, pp. 128–129.

¹⁷ Questo prevede l'applicazione di una goccia d'acqua alla superficie da testare, utilizzando una pipetta. Dalla fotografia in radenza scattata dopo un tempo standard viene ricavato l'angolo di contatto.

¹⁸ Una caratteristica dei trattamenti di riduzione elettrochimica, rispetto ad altri metodi di pulitura dell'argento, è infatti quella di mantenere invariata la patina tridimensionale assunta dall'argento in seguito all'ossidazione. L'argento si rideposita, infatti, mantenendo la conformazione del solfuro. In questo modo viene a crearsi una finitura dall'aspetto satinato (cfr. S.T. Palomar *et al.*, *A comparative study of cleaning methods for tarnished silver*, «Journal of Cultural Heritage», vol. XVII, London, CRC, 2014, pp. 323–328).

¹⁹ Microscopia Raman e spettrometria FT-IR in modalità ATR. Gli spettri Raman sono stati registrati su uno spettrometro Jasco NRS-2000C con una risoluzione spettrale di 4 cm⁻¹ utilizzando una sorgente laser a 532 nm (driver laser DPSS, LGLase LLC, Fremont, CA, USA) e potenza di circa 2 mW. Gli spettri IR sono stati registrati con uno spettrometro FT-IR Shimadzu IRTracer-100, dotato di un accessorio ATR (Attenuated Total Reflectance) di diamante a cristallo singolo QATR-10; la risoluzione spettrale è stata di 4 cm⁻¹ con 64 scansioni per ogni spettro.

²⁰ Che corrisponde al 3% per il gel di Carbopol e al 5% per i gel di Vanzan e Klucel.

²¹ Per mascheratura viene qui inteso qualsiasi mezzo volto alla circoscrizione delle aree da trattare, come l'applicazione di stesure isolanti o di nastri adesivi.

²² S. Baldi, D. Riggiardi, *Il ciclododecano nel restauro dei manufatti artistici*, in *CESMAR7 – Quaderno n. 8*, Padova, il Prato, 2017.

²³ Ad esempio per correggere disomogeneità nel grado di riduzione venutesi a creare a causa di un'imperfetta applicazione del gel.

²⁴ Utilizzando protettivi che rispettino le linee guida riguardanti stabilità, reversibilità e caratteristiche ottiche dettate dalla buona pratica del restauro. A tal fine si consiglia l'uso di vernice Zapon spray in qualità acrilica, abbinata se possibile ad una stesura di cera (V. Barbera, *Revisione conservativa...*, pp. 127-131).

Bibliografia:

Baldi S., Riggiardi D., *Il ciclododecano nel restauro dei manufatti artistici*, in *CESMAR7 – Quaderno n. 8*, Padova, il Prato, 2017.

Balissi G., Cagnini A., *Ricerca e sperimentazione di nuove tecnologie di pulitura dell'Argento e messa a punto di idonei formulati protettivi*, in *Lo stato dell'Arte*, vol. XIV, Atti del congresso IGIIC (Accademia di Belle Arti de l'Aquila 20-22 ottobre 2016), Firenze, Nardini, 2016, pp. 99-107.

Barbera V., *Revisione conservativa del modello ligneo del monumento funebre a Benedetto XIV di Pietro Bracci del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, Tesi di diploma, relatrice G. Accorsi, correlatori L. Vanghi, M. Di Foggia, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2016-2017.

Brachert T., *La patina nel restauro delle opere d'arte*, Firenze, Nardini, 1990.

Catello C., *Il restauro delle opere in argento*, Napoli, Giannini, 2007.

[CTS, Ci sono anch'io – argento splendente](#) [pagina consultata il 20 ottobre 2019].

Gmelin L., *Hand-book of Chemistry. Metals*, in *Works of Cavendish Society*, III, London, Harrison & Sons, 1852.

Palomar S.T., Ramírez B.B., García E., Cano D.E., *A comparative study of cleaning methods for tarnished silver*, «Journal of Cultural Heritage», vol. XVII, London, CRC, 2014.

Tanzi L., *Riduzione del degrado dell'argento in foglia. Studio delle metodologie e dei materiali di applicazione*, Tesi di diploma, relatrice G. Accorsi, correlatore M. Di Foggia, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2018-2019.

Beni culturali ecclesiali: lo sguardo del diritto canonico tra specificità, prevenzione e valorizzazione

Alberto Tomer

Abstract

The undoubted centrality of sacred art in the context of the historic and artistic heritage in Italy (and beyond) has been at the center of the secular legislator's attention for a long time: as confirmed today by the relevant sector Code itself, which in regulating the 'cultural heritage of religious interest' explicitly refers to the terms used in the Agreement amending the Lateran Concordat. In order to be truly authentic, however, the efforts towards the protection of such goods require to consider primarily the ecclesial dimension, in which they find their origin and purpose: a need that is reflected – although in piecemeal way – even in Canon Law. In this perspective, the essay therefore aims to investigate the 'specificity' of ecclesial cultural heritage, which accompanies their condition from the initial phases in which the preventive aspect takes shape (especially under the profile of the inventory) up to those of the eventual relegation to profane use: a notoriously problematic circumstance with respect to which (also from the point of view of valorization) it is necessary to avoid the always imminent risks of a distortion of the same.

L'indiscussa centralità dell'arte sacra nell'ambito del patrimonio storico-artistico italiano (e non solo) è da tempo al centro dell'attenzione del legislatore secolare: come conferma oggi lo stesso Codice di settore, che circa la disciplina dei 'beni culturali d'interesse religioso' richiama testualmente la formula di cui all'Accordo di Villa Madama. Affinché lo sforzo verso la tutela di tali beni sia autentico, tuttavia, a non poter essere trascurata è in primo luogo la dimensione ecclesiale, in cui essi sono nati e per la quale si mantengono 'vivi': una necessità che si riflette, pur in modo frammentario, anche nel diritto canonico. Ponendosi in tale prospettiva, il saggio intende perciò indagare la 'specificità' dei beni culturali ecclesiali, che ne accompagna la condizione dalle fasi iniziali in cui prende corpo l'aspetto preventivo (specie sotto il profilo dell'inventariazione) sino a quelle dell'eventuale riduzione a uso profano: circostanza notoriamente problematica e rispetto alla quale (anche nell'ottica della valorizzazione) si rende necessario evitare i rischi sempre incombenti di uno snaturamento degli stessi.

Parole chiave: Beni culturali di interesse religioso; arte sacra; diritto canonico; inventariazione; riduzione a uso profano.

Alberto Tomer: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

✉ alberto.tomer2@unibo.it

1. *Un valore che non si esaurisce nel carattere storico-artistico. Alle fondamenta delle peculiarità connaturate al patrimonio culturale di interesse religioso*

Uno degli elementi che più contribuiscono a caratterizzare il nostro patrimonio storico-artistico, com'è noto, consiste nella presenza preponderante di beni culturali riconducibili a forme di 'arte sacra' (e specificamente, per chiare ragioni storiche, a forme di arte sacra cattolica): un fattore che si è mantenuto costante nel tempo, arricchendosi delle differenti modalità espressive che essa ha assunto nel corso dei secoli¹ e che, prima ancora di popolare musei e altri luoghi della cultura (Barbati, 2020),² ha portato a plasmare inconfondibilmente i profili dei nostri centri urbani e rurali, grazie soprattutto al ruolo svolto da opere che nella fede, nella devozione e nelle pratiche culturali hanno trovato la propria origine e finalità.³ Tale dimensione costitutiva, infatti, non può essere considerata come un mero 'dato anagrafico' dei beni culturali di interesse religioso, assorbito e 'sterilizzato' – come pure talvolta sembra potersi percepire nelle odierne società secolarizzate – dal valore culturale loro riconosciuto anche da parte della comunità e dell'autorità civile: ma, all'esatto opposto, essa rappresenta la connaturata 'specificità' che degli stessi informa l'intera condizione in modo ineludibile. Una specificità che, difatti, si mostra ad oggi incontestata e ben visibile in ogni momento della gestione dei medesimi, come ha peraltro inteso sottolineare – proprio nell'ambito UNESCO che in questa sede offre l'occasione per le presenti considerazioni – anche l'apposita dichiarazione del 2010 (Tamma e Sartori, 2017)⁴ sulla protezione dei beni religiosi nel quadro della Convenzione sul patrimonio dell'umanità, nella cui corrispondente lista si stima che almeno un quinto dei siti registrati consistano o comprendano beni che rientrano in tale tipologia:⁵ un rapporto che – appare evidente – è destinato ad aumentare in modo assai repentino se lo sguardo viene concentrato appunto sul contesto italiano, e ancor più se ad essere presa in considerazione è la generalità dei beni che, pur se privi del massimo riconoscimento UNESCO, sono comunque parte integrante del patrimonio culturale nazionale (Feliciani, 2008).⁶ Per questa stessa specificità, d'altronde, anche il legislatore ha mostrato un'attenzione ininterrotta, che si è fatta strada sino ad occupare il posto che le spetta tra le disposizioni generali con cui oggi si apre il Codice dei beni culturali e del paesaggio (Margiotta Broglio, 2007; Gullo, 2019):⁷ il quale risulta debitore, a questo proposito, sia della fondamentale legge sulla tutela delle cose d'interesse artistico o storico del 1939, in cui l'odierna formulazione dell'art. 9 affonda le radici;⁸ sia dell'Accordo di revisione del Concordato lateranense del 1984, da cui esso mutua la terminologia medesima di 'bene culturale di interesse religioso'.⁹

Tale nozione, come si sa, riposa sull'assunto della necessaria collaborazione tra l'autorità civile e quella ecclesiastica in vista dell'armonizzazione della legge italiana con le eventuali esigenze – appunto – di carattere religioso. Una suddivisione senz'altro opportuna, ma che rischia talvolta di ingenerare un equivoco: se infatti è vero che lo Stato – per ovvi motivi – non ha competenza a ingerirsi nelle questioni culturali che su questo stesso patrimonio insistono, sarebbe invece erroneo pensare che, in ottica ecclesiale, quest'ultima dimensione assorba totalmente quella culturale, finendosi così per disconoscere la rilevanza dell'interesse storico-artistico. Certo, lo sguardo confessionale sui beni culturali ecclesiali non potrà mai coincidere del tutto con quello secolare, nella consapevolezza che tali beni nascono e sono costitutivamente orientati al 'servizio della missione della Chiesa', e specificamente a finalità culturali, catechetiche o caritative:¹⁰ ma la considerazione per ambedue gli aspetti emerge chiaramente su tutti i piani,

compreso quello del diritto. In tale contesto, va peraltro tenuto presente come il paventato rischio di fraintendimenti incomba non solo su chi alla questione si approcci ‘dall’esterno’. Difatti, una delle critiche che ricorrentemente vengono mosse al vigente *Codex Iuris Canonici* riguarda proprio l’assenza di una disciplina organica per la categoria dei ‘beni culturali’, a maggior ragione tenuto conto della particolare sensibilità mostrata per il tema dalla riflessione conciliare e dal magistero post-conciliare. Se questa carenza è innegabile,¹¹ va tuttavia riconosciuto come sia altresì possibile rinvenire, sparse tra i diversi Libri dello stesso Codice del 1983, un elevato numero di norme riconducibili ora all’una e ora all’altra tipologia specifica di beni di valore storico-artistico: così come si rivela estremamente abbondante la quantità di indicazioni puntuali di cui questi ultimi sono fatti oggetto da parte di documenti ecclesiali di varia natura, di rango ovviamente diverso dal dettato codiciale, ma sempre di indubbia rilevanza. Di conseguenza, è proprio seguendo tali linee direttive che, nonostante le ‘carenze strutturali’ del Codice, si rende possibile ricostruire, anche all’interno dell’ordinamento canonico, un quadro complessivo sui beni culturali, dotato di un’estensione che abbraccia tanto i momenti propedeutici alla loro corretta gestione, quanto quelli che per essi si rivelano maggiormente critici, mettendone a rischio la stessa conservazione: due situazioni che, collocandosi idealmente agli estremi opposti di un unico processo di valorizzazione, costituiscono forse il miglior esempio di quanto accennato.

2. Non solo un adempimento amministrativo: l’inventariazione e la portata espansiva dei suoi benefici in un’ottica preventiva e di pianificazione

Quanto al primo profilo richiamato, innanzitutto, vale la pena di ricordare come l’unica occasione in cui il vigente Codice di Diritto Canonico usa testualmente l’espressione ‘beni culturali’ si rinviene nel contesto del can. 1283, che impone a ogni soggetto chiamato a partecipare all’amministrazione di beni ecclesiastici di far precedere l’avvio della propria attività dalla redazione di un apposito inventario,¹² tra le cui voci indispensabili vengono appunto menzionate espressamente quelle relative ai *bona culturalia*.¹³ Certamente l’elencazione proposta a questo riguardo dalla disposizione – che comprende anche ‘le cose mobili, immobili o preziose’, concludendosi con un riferimento aperto a tutte le altre proprietà della persona giuridica pubblica interessata – non ha carattere tassativo: ma ciò non significa neppure che essa rivesta un significato meramente esemplificativo. Al contrario, l’espresso richiamo di particolari tipologie di beni ha il precipuo scopo di indicare quelle fattispecie che, in ragione della propria importanza, anche al momento della redazione dell’inventario meritano un’attenzione prioritaria (Combalía, 2002).¹⁴ La stessa menzione dei ‘beni culturali’ al fianco delle ‘cose preziose’, al di là di alcuni dubbi interpretativi sorti circa l’esatta definizione dei due concetti, mostra come l’intento della norma sia teso a non limitare la valutazione a un criterio meramente economico, bensì ad ampliarla a tutti quei manufatti che costituiscono la testimonianza di una cultura ispirata alla fede, secondo la natura propria dei beni culturali ecclesiali (De Paolis, 2011):¹⁵ com’è d’altronde dimostrato sia dal can. 1189, che identifica le ‘immagini preziose’ con quelle che si distinguono per antichità, arte o culto; sia dal can. 1292, che sottopone alla licenza della Santa Sede l’alienazione degli *ex voto* e degli oggetti di pregio artistico o storico indipendentemente dal loro valore monetario (Azzimonti, 2005; von Ustinov, 2013).¹⁶

Al di là della sua collocazione codiciale, è chiaro però che la rilevanza di un simile atto non si esaurisce in un orizzonte meramente amministrativo: come si è infatti premurata di sottolineare anche la Pontificia Commissione per i beni culturali della Chiesa, che tra la fine del secolo scorso e l'inizio di quello presente ha proposto due documenti aventi rispettivamente ad oggetto, da un lato, la «Necessità e urgenza» dell'inventariazione dei beni culturali ecclesiali¹⁷ e, dall'altro, «alcuni orientamenti pratici» per la sua attuazione in quelle particolari realtà costituite dagli Istituti di vita consacrata e dalle Società di vita apostolica (Grasselli, 2008).¹⁸ Il primo documento, in particolare, arriva a definire l'inventariazione dei beni in parola come il «requisito previo per salvaguardare questo ingente patrimonio», essendo essa «preliminare a tutti i successivi interventi e a tutti i tipi di attività che interessano le autorità sia ecclesiastiche sia civili, secondo le rispettive competenze». ¹⁹ A tale procedimento, infatti, il testo riconosce due finalità: non solo quella materiale e immediata, volta appunto alla formazione concreta dell'inventario, ma soprattutto quella formale e ultima, tesa alla conservazione e fruizione dei beni culturali censiti. L'accresciuta consapevolezza derivante dal suo corretto svolgimento finisce difatti per interessare ogni aspetto di questi ultimi, dal valore del singolo manufatto alla sua collocazione nel contesto di appartenenza, dalle sue condizioni fisiche a quelle giuridico-amministrative: e le competenze così sviluppate possono perciò a loro volta porsi all'origine di una pluralità di processi ulteriori.²⁰ A questo circolo virtuoso, ancora interno al momento conoscitivo, si affiancano poi profili di carattere più pratico: è evidente come i dati contenuti nell'inventario costituiscano infatti la fonte primaria alla quale è possibile attingere per pianificare ogni successivo intervento sul bene, dall'implementazione di misure preventive alla progettazione di iniziative di restauro, agevolando pure la collaborazione tra le istituzioni ecclesiastiche e civili a ciò preposte, grazie alla più ampia circolazione delle informazioni necessarie. Una funzione di uguale importanza è svolta inoltre con riguardo ai rischi di dispersione del patrimonio artistico, nei confronti dei quali l'inventario costituisce «un documento ufficiale che può essere fatto valere in sede privata e pubblica da parte di istituzioni ecclesiastiche e civili, tanto locali quanto nazionali e internazionali»: ²¹ rivelandosi perciò sia un presidio fondamentale per il recupero di opere rubate o trasferite illecitamente, sia un sicuro riferimento contro i pericoli sempre incombenti nei casi di mutamento di destinazione d'uso.

3. Le ripercussioni dei mutamenti di destinazione sulle prospettive di una corretta conservazione: una minaccia concreta e incombente per i beni culturali

Riguardo al dato da ultimo richiamato, va ricordato infatti come una delle circostanze in cui la corretta tenuta dell'inventario dimostra la propria centralità consiste proprio in quello che è probabilmente il momento di massima criticità non solo per la valorizzazione, ma per la stessa preservazione dei beni culturali ecclesiali: cioè l'eventualità in cui una chiesa cattolica vada incontro a un definitivo mutamento di destinazione, o meglio – per usare la terminologia propriamente impiegata dal *Codex Iuris Canonici* – verso la sua 'riduzione a uso profano'. Come si sa, tale esito ha assunto negli ultimi anni una frequenza crescente in buona parte dei cosiddetti 'Paesi di antica evangelizzazione', iniziando ad essere avvertito come un problema incalzante anche in Italia. Naturalmente tale tendenza trova le proprie origini in ragioni che preesistono alle elaborazioni giuridiche: in quelle ragioni, cioè, che lo stesso Pontificio Consiglio della cultura, interrogandosi specificamente sul tema de *La dismissione e il riuso ecclesiale di chiese*, ha

recentemente indicato come «cause legate a una condizione moderna che può essere definita di secolarizzazione avanzata»,²² le cui manifestazioni più palesi si colgono d'altronde distintamente anche nell'esperienza quotidiana.²³ Ma, com'è altrettanto evidente, gli effetti di tale fenomeno non possono che investire *anche* la sfera del diritto, il quale anzi si rivela uno strumento indispensabile quantomeno nel gestirne le conseguenze. Quanto alla menzionata rilevanza di un'adeguata inventariazione, ad esempio, essa emerge immediatamente se solo si considera come il problema non si limiti a interessare gli edifici sacri, ma arrivi a coinvolgere pure i beni culturali mobili in essi contenuti: rispetto ai quali i primi rappresentano non solo la collocazione storicamente originaria, ma anche l'unica in grado di garantirne costantemente la piena leggibilità artistica, come tale tutelata pure dalla rispettiva disciplina. In questo senso, infatti, anche la vigente *Intesa relativa alla tutela dei beni culturali di interesse religioso*, conclusa tra il Ministero per i beni e le attività culturali e la Conferenza Episcopale Italiana nel 2005, riflette nitidamente questo principio, esprimendo per il mantenimento della collocazione originaria un'indubbia predilezione: solo laddove quest'ultima non potesse trovare seguito a causa della riduzione a uso profano del luogo sacro di provenienza, essa dovrebbe cedere il passo preferibilmente al trasferimento dei beni medesimi in «altri edifici aperti al culto» – o, solo in subordine, al loro deposito presso musei ecclesiastici o musei pubblici presenti sul territorio (art. 6).²⁴

Se per i beni mobili sono quindi possibili soluzioni alternative, seppur di non sempre facile determinazione, a rischiare di essere compromesso in maniera irrimediabile è invece l'edificio stesso, che della dismissione è – suo malgrado – protagonista. A questo proposito, oltre a ricordare i vincoli posti dal Codice Urbani per i mutamenti di destinazione che possono interessare qualsiasi bene culturale,²⁵ non va però dimenticato neppure come alla questione si rivolga in maniera specifica anche il *Codex Iuris Canonici*, secondo un angolo prospettico certamente differente, ma che con questo finisce presto per intersecarsi. È infatti il can. 1222, nell'affrontare appunto il tema delle chiese non più destinate al culto, a precisare come il nuovo utilizzo a cui esse saranno adibite dovrà risultare, seppure profano, comunque 'non indecoroso'.²⁶

Com'è facile intuire, l'esigenza di definire più compiutamente il contenuto di un concetto di per sé così vago ha occupato le riflessioni tanto della dottrina quanto dei competenti Dicasteri della Curia romana – nonché, ovviamente, l'attività del Supremo Tribunale della Segnatura Apostolica, chiamato sempre più spesso a pronunciarsi sulla correttezza dei decreti episcopali di riduzione di chiese a uso profano²⁷ –. Tra i documenti più rilevanti e più recenti a questo riguardo, oltre alle già rievocate *Linee guida su La dismissione e il riuso ecclesiale di chiese* del Pontificio Consiglio della cultura, si devono richiamare almeno le *Guidelines for the Modification of Parishes and the Closure and Alienation of Churches* della Congregazione per il clero (Grasselli, 2015):²⁸ anche se indicazioni significative si possono senz'altro rinvenire pure in testi più risalenti, qual è il caso della *Carta sulla destinazione degli antichi edifici ecclesiastici* della Pontificia Commissione centrale per l'arte sacra in Italia del 1987.²⁹ Grazie alle direttive così ricavabili, è possibile ricostruire una vera e propria 'gerarchia di riusi preferibili', nell'ambito della quale la prospettiva di una destinazione contrassegnata da un carattere culturale occupa sempre un posto di prim'ordine, secondo solo alla possibilità di una 'riconversione' dell'immobile a luogo per l'esercizio di altro apostolato o ministero cattolico. In questo senso, molteplici sono le ipotesi

esemplificate dai documenti appena menzionati, a cui vanno aggiunte peraltro le concordi attestazioni fornite in più occasioni dall'episcopato italiano in materia di beni culturali, ad esempio tramite gli appositi *Orientamenti* del 1992³⁰ e – ancor prima – attraverso le *Norme per la tutela e la conservazione del patrimonio storico-artistico* del '74. Tra le più ricorrenti, si annoverano così le proposte di trasformazione dell'immobile in archivio o museo diocesano, in centro di studio, biblioteca, aula per conferenze o per l'esecuzione di musica sacra.

4. Valorizzazione o snaturamento? Il profilarsi di due rischi 'uguali e contrari' nelle ipotesi di riutilizzo del patrimonio immobiliare

Il favore accordato in via di principio alle soluzioni citate, tuttavia, non deve indurre a percepire il fattore culturale come di per sé solo aprioristicamente sufficiente a rendere un mutamento di destinazione conforme alla nozione di 'uso non indecoroso': come già accennato infatti, anche in questo frangente occorre sempre rammentare come lo stesso concetto di 'cultura' – e conseguentemente di 'bene culturale' – venga percepito in ottica secolare e in ottica ecclesiale con significati distinti, senz'altro dotati di punti di contatto, ma mai riconducibili a perfetta unità. Da questa connaturata differenza possono discendere, nel caso di specie, due rischi di segno diametralmente opposto, dai quali però è parimenti necessario guardarsi.

Il primo emerge, tra le righe, anche dalle citate *Norme per la tutela e la conservazione del patrimonio storico-artistico della Chiesa in Italia*, la cui elencazione dei possibili riadattamenti a sfondo culturale di chiese e oratori ora chiusi al culto si conclude con un generico riferimento alle «altre iniziative promozionali della cultura cristiana».³¹ Quella che infatti a prima vista potrebbe essere letta semplicemente come una 'clausola a fattispecie aperta' per una casistica non certo tassativa, ma dal valore meramente esemplificativo, assume invece – in una prospettiva più ampia – un significato ulteriore: cioè quello di segnalare come non vi sia uno scontato rapporto di biunivocità tra la 'promozione della cultura cristiana', a cui il nuovo utilizzo dell'immobile dovrebbe comunque mirare, e ciò che in una prospettiva secolare può ricevere l'attribuzione di 'valore culturale'. Un esempio concreto di tale discrepanza si può riscontrare, ad esempio, nelle «Disposizioni pratiche» fornite dalla Congregazione per il culto divino nella sua Lettera su *I concerti nelle chiese* del 1987, che al n. 10 si rivolge anche all'ipotesi in cui un edificio ormai non più destinato al culto sia adibito ad *auditorium*, ricordando appunto che esso potrà in ogni caso ospitare soltanto concerti di musica sacra o religiosa, o – al più – esecuzioni musicali profane che risultino comunque «consone alla sacralità del luogo».³² La necessità di prestare la dovuta attenzione a tali profili, nel concedere simili spazi per l'organizzazione di iniziative astrattamente 'culturali', appare a maggior ragione evidente se si considera che, nella scena culturale contemporanea, non è raro imbattersi in forme espressive che non solo sono chiaramente ispirate a criteri difforni rispetto a quelli sottesi alla richiamata 'promozione della cultura cristiana', ma che talvolta intenderebbero persino fondare la pretesa stessa della propria 'artisticità' in un carattere allusivamente o apertamente dissacrante (Scruton, 2010).³³ Ne consegue che, da parte ecclesiale, anche per quegli utilizzi che più di frequente sono indicati come in via di principio idonei a rappresentare la nuova destinazione di una chiesa dismessa, continua a dover essere osservato il principio in base al quale tale corrispondenza non è affatto da considerarsi presunta, bensì di volta in volta da confermare o smentire alla luce di un vaglio concreto (Frigerio, 2022).³⁴

L'altro rischio che durante simili interventi può comunemente manifestarsi risiede invece in circostanze che si pongono esattamente agli antipodi rispetto a quelle appena descritte. La mancanza di una debita considerazione per la citata differenza di prospettive può infatti concretizzarsi non solo in un aperto contrasto tra concezioni antitetiche, ma anche nel caso in cui non si dia alcuna percepibile soluzione di continuità nel passaggio dal momento 'culturale' a quello 'culturale'. Come risulta facilmente intuibile, l'incidenza di tale pericolo si rivela direttamente proporzionale alla consentaneità del nuovo utilizzo alla struttura originaria dell'edificio, cosicché ad esso prestano più facilmente il fianco proprio quelle soluzioni che a prima vista appaiono ottimali. Tra queste, l'esempio più immediato è probabilmente fornito dall'ipotesi consistente nella conversione dell'immobile in un museo di arte sacra: operazione che, se realizzata con la giusta cura, permette difatti di garantire sia la conservazione contestuale dei beni mobili, sia un riuso culturale in linea con la passata funzione dell'immobile.³⁵ Laddove, invece, lo stesso esito sia raggiunto attraverso una trasformazione priva degli adeguati accorgimenti, con un mutamento di destinazione che intervenga 'a configurazione invariata' dello spazio in questione, il risultato può invece essere quello di provocare una disorientante e nociva commistione, nella percezione di fedeli e turisti, tra luoghi sacri 'viventi' e strutture museali che di questi ultimi conservano tutte – ma solamente – le caratteristiche apparenti: contribuendo così al radicarsi di quella problematica concezione di 'chiesa-museo' – o, peggio, di 'museo-chiesa'³⁶ – già incentivata dalle esperienze in cui il sistema dell'accesso a pagamento per la fruizione turistica di chiese tuttora 'in uso' è stato adottato in maniera meno accorta.³⁷ L'operazione non può cioè consistere nella mera 'musealizzazione' di un ambiente fino a questo momento dedicato al culto, cristallizzandone la condizione tale e quale: al contrario, la misura minima e necessaria a questo riguardo si sostanzia nella predisposizione di espedienti museografici sufficientemente forti da rendere inconfondibile il cambiamento nella natura e nella funzione dell'immobile. Come sottolineava infatti la Conferenza Episcopale Italiana già nel 1983, in un'apposita Nota pastorale, «il rispetto che la Chiesa ha per la propria tradizione le impedisce sia di dissiparne i tesori sia di acconsentire a relegarli al rango di oggetti da museo: poiché una chiesa è un luogo vivo per uomini vivi».³⁸

5. *Una nota conclusiva. Una vitalità da proteggere, nell'interesse di tutti*

In ultima analisi, il dato che maggiormente traspare anche da una disamina pur inevitabilmente sintetica come la presente è rappresentato dall'insopprimibile specificità dei beni culturali d'interesse religioso, dotati di quel proverbiale 'supplemento d'anima' che li rende irriducibili agli schemi secolari e che affiora in ogni momento della loro gestione, come si nota soprattutto nelle fasi più critiche. Tale elemento distintivo comporta certa responsabilità peculiari in capo alla comunità ecclesiale: ma – per 'chiudere il cerchio' riallacciandoci a quanto osservato in apertura – se è evidente che solo a quest'ultima può appartenere la competenza in materia di 'esigenze di carattere religioso', sarebbe invece riduttivo pensare che una debita tutela delle stesse non sia un interesse condiviso dall'intera collettività nazionale. E questo non solo per gli impegni appositamente assunti dallo Stato italiano in sede pattizia: ma anche perché la medesima protezione del fattore culturale rappresenta la migliore garanzia che per questi beni può essere apprestata pure in favore della loro valenza culturale.

In questo senso si può anzi affermare, in maniera solo apparentemente paradossale, che proprio l'accrescersi di quel divario tra comunità ecclesiale e comunità civile, richiamato come una delle fonti del problema da ultimo esaminato,³⁹ non solo non riesce a recidere, ma addirittura rafforza l'interesse di quest'ultima per la protezione di complessi di beni che – per riproporre la formula utilizzata dall'art. 2 del Codice Urbani – assumono così veramente il significato di «testimonianze aventi valore di civiltà»: una 'testimonianza' che, appunto nell'essere rinvio concreto a una 'civiltà' sempre più indecifrabile per quelle logiche secolari che pure da essa sono storicamente germinate, a maggior ragione acquista un ruolo insostituibile e non replicabile, che le autorità civili devono approfondire ogni sforzo per salvaguardare.⁴⁰

Note:

¹ Concilium Oecumenicum Vaticanum II, Costituzione *Sacrosanctum Concilium*, 4 dicembre 1963, «Acta Apostolicae Sedis», LVI, 1964, p. 131, n. 123: «Ecclesia nullum artis stilum veluti proprium habuit, sed secundum gentium indoles ac condiciones atque variorum Rituum necessitates modos cuiusvis aetatis admisit, efficiens per decursum saeculorum artis thesaurum omni cura servandum. Nostrorum etiam temporum atque omnium gentium et regionum ars liberum in Ecclesia exercitium habeat, dummodo sacris aedibus sacrisque ritibus debita reverentia debitoque honore inserviat; ita ut eadem ad mirabilem illum gloriae concentum, quem summi viri per praeterita saecula catholicae fidei cecinere, suam queat adiungere vocem».

² Agli «Istituti e luoghi della cultura» si rivolge espressamente anche l'art. 101 del vigente Codice dei beni culturali e del paesaggio (d.lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004, anche noto come Codice Urbani), il cui comma 1 precisa che – ai fini del Codice stesso – sono da considerarsi tali «i musei, le biblioteche e gli archivi, le aree e i parchi archeologici, i complessi monumentali». Al riguardo, si veda anche C. Barbati, *Organizzazione e soggetti*, in *Diritto del patrimonio culturale*, Bologna, il Mulino, 2020², pp. 127-132.

³ Basti, in questa sede, il riferimento al n. 2502 del [Catechismo della Chiesa cattolica](#): «*Ars sacra* vera est et pulchra, cum per suam formam suae propriae correspondet vocationi: in fide et adoratione, suggerere et glorificare transcendens mysterium Dei, supereminens invisibilis pulchritudinis veritatis et amoris, quae apparuit in Christo qui est “splendor gloriae et figura substantiae Eius” (*Heb* 1,3), in quo “inhabitat omnis plenitudo divinitatis corporaliter” (*Col* 2,9), qui pulchritudo est spiritualis in beatissima Virgine Maria, angelis et sanctis resplendens. Vera ars sacra hominem ad adorationem ducit, ad orationem et ad amorem Dei Creatoris et Salvatoris, Sancti et Sanctificatoris». Allo stesso modo, il n. 124 della citata Costituzione *Sacrosanctum Concilium* si conclude sottolineando: «In aedificandis vero sacris aedibus, diligenter curetur ut ad liturgicas actiones exsequendas et ad fidelium actuosam participationem obtinendam idoneae sint».

⁴ [Statement on the Protection of Religious Properties within the Framework of the World Heritage Convention, 5 novembre 2010](#). La stessa dichiarazione è richiamata, ad esempio, da M. Tamma, R. Sartori, *Religious Heritage: Sharing and Integrating Values, Fruition, Resources, Responsibilities*, in S. Pinton, L. Zagato (a cura di), *Cultural Heritage. Scenarios 2015-2017*, Venezia, Edizioni Ca' Foscari, 2017, Doi: [10.14277/6969-052-5/SE-4-35](#), pp. 557-558: «A new awareness-raising process on the importance of safeguarding one country's religious heritage is being recorded worldwide. Sacred sites are attracting growing attention from scholars, policymakers and local communities, who see them more and more as a *common heritage*, hence the need to preserve their integrity and authenticity. Religious heritage is our continent's biggest living historical, architectural and social heritage. Across Europe there are over 500,000 churches, synagogues, temples and mosques. In November 2010 UNESCO finally recognized the distinctive nature of religious World Heritage properties within the framework of the WHC both for being *living heritage* and having a *continuing nature*. Therefore, UNESCO does encourage new forms of dialogue between old and new stakeholders and new forms of action on the purpose of safeguarding religious heritage of outstanding universal value for future generations».

⁵ Così la stessa pagina *internet* del sito UNESCO dedicata al tema [Heritage of Religious interest. UNESCO Initiative on Heritage of Religious Interest](#): «There exist a great variety of religious and sacred sites that are representative of the different cultures and traditions of the world. Approximately 20 percent of the properties inscribed on the World Heritage List have some sort of religious or spiritual connection. These properties to be found in most countries around the world constitute the largest single category on the List. Specific and significant spiritual meanings are mentioned to justify the Outstanding Universal Value of a large number of the World Heritage properties. Numerous historic cities on the List possess components of religious significance and are recognized as holy cities by different communities».

⁶ Al questo proposito, basti considerare che – come sottolineato da G. Feliciani, *Le chiese nel quadro della tutela del patrimonio culturale*, in D. Persano (a cura di), *Gli edifici di culto tra Stato e confessioni religiose*, Milano, Vita e Pensiero, 2008, p. 255 – «delle circa 95.000 chiese esistenti in Italia almeno 85.000 rivestono valore storico e artistico».

⁷ Codice dei beni culturali e del paesaggio, art. 9: «Per i beni culturali di interesse religioso appartenenti ad enti ed istituzioni della Chiesa cattolica o di altre confessioni religiose, il Ministero e, per quanto di competenza, le regioni

provvedono, relativamente alle esigenze di culto, d'accordo con le rispettive autorità. / Si osservano, altresì, le disposizioni stabilite dalle intese concluse ai sensi dell'articolo 12 dell'Accordo di modificazione del Concordato lateranense firmato il 18 febbraio 1984, ratificato e reso esecutivo con legge 25 marzo 1985, n. 121, ovvero dalle leggi emanate sulla base delle intese sottoscritte con le confessioni religiose diverse dalla cattolica, ai sensi dell'articolo 8, comma 3, della Costituzione». Al riguardo, cfr. anche F. Margiotta Broglio, *Sub art. 9*, in M. Cammelli (a cura di), *Il Codice dei beni culturali e del paesaggio. Commento al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche*, Bologna, il Mulino, 2007, p. 84-93; N. Gullo, *Sub art. 9*, in M.A. Sandulli (a cura di), *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre, 2019³, pp. 87-127.

⁸ Legge n. 1089 del 1° giugno 1939, art. 8: «Quando si tratti di cose appartenenti ad enti ecclesiastici, il Ministro per l'educazione nazionale, nell'esercizio dei suoi poteri, procederà per quanto riguarda le esigenze del culto, d'accordo con l'autorità ecclesiastica».

⁹ *Accordo tra la Santa Sede e la Repubblica italiana che apporta modificazioni al Concordato lateranense*, 18 febbraio 1984, «Acta Apostolicae Sedis», LXXVII, 1985, art. 12 n. 1, p. 530: «La Santa Sede e la Repubblica italiana, nel rispettivo ordine, collaborano per la tutela del patrimonio storico ed artistico. Al fine di armonizzare l'applicazione della legge italiana con le esigenze di carattere religioso, gli organi competenti delle due parti concorderanno opportune disposizioni per la salvaguardia, la valorizzazione e il godimento dei beni culturali d'interesse religioso appartenenti ad enti e istituzioni ecclesiastiche. La conservazione e la consultazione degli archivi d'interesse storico e delle biblioteche dei medesimi enti e istituzioni saranno favorite e agevolate sulla base di intese tra i competenti organi delle due Parti».

¹⁰ Sia sufficiente il rinvio a Giovanni Paolo II, *Allocuzione papale alla I Assemblea plenaria della Pontificia Commissione per i beni culturali della Chiesa*, 12 ottobre 1995, in *Enchiridion dei beni culturali della Chiesa. Documenti ufficiali della Pontificia Commissione per i beni culturali della Chiesa*, Bologna, EDB, 2002, pp. 560-564.

¹¹ Cfr. G. Feliciani, *I beni culturali nel nuovo Codice di diritto canonico*, in Id., W. Schulz (a cura di), *Vitam impendere vero. Studi in onore di Pio Ciprotti*, Città del Vaticano-Roma, Libreria Editrice Vaticana-Libreria Editrice Lateranense, 1986, pp. 249-259; Id., *La nozione di bene culturale nell'ordinamento canonico*, in J.J. Conn, L. Sabbarese (a cura di), *Iustitia in caritate. Miscellanea di studi in onore di Velasio De Paolis*, Roma, Urbaniana University Press, 2005, pp. 445-455; C. Azzimonti, *I beni culturali ecclesiali nell'ordinamento canonico e in quello concordatario italiano*, Bologna, EDB, 2001, pp. 205-207, 218-220; Id., *I beni culturali ecclesiali in Italia*, «Quaderni di diritto ecclesiale», XXIX, 2016, pp. 353-355; R. Astorri, *La tutela nelle leggi canoniche*, in M. Madonna (a cura di), *Patrimonio culturale di interesse religioso in Italia. La tutela dopo l'Intesa del 26 gennaio 2005*, Venezia, Marcianum Press, 2007, pp. 93-116; E. Camassa, *I beni culturali di interesse religioso. Principio di collaborazione e pluralità di ordinamenti*, Torino, Giappichelli, 2013, pp. 15-20; G. Dalla Torre, *Lezioni di diritto canonico*, edizione aggiornata a cura di G. Boni e P. Cavana, Torino, Giappichelli, 2022⁵, p. 247.

¹² Cfr. F.R. Aznar Gil, *La administración de los bienes temporales de la Iglesia*, Salamanca, Publicaciones Universidad Pontificia de Salamanca, 1993², p. 364; V. De Paolis, *Alcune osservazioni sulla nozione di amministrazione dei beni temporali della Chiesa*, «Periodica de re canonica», LXXXVIII, 1999, pp. 128-129; C. Begus, *Diritto patrimoniale canonico*, Città del Vaticano, Lateran University Press, 2007, pp. 188-189.

¹³ Can. 1283 *Codex Iuris Canonici*: «Antequam administratores suum munus ineant: 1° debent se bene et fideliter administraturos coram Ordinario vel eius delegato iureiurando spondere; 2° accuratum ac distinctum inventarium, ab ipsis subscribendum, rerum immobilium, rerum mobilium sive pretiosarum sive utcumque ad bona culturalia pertinentium aliarumve cum descriptione atque aestimatione earundem redigatur, redactumque recognoscatur; 3° huius inventarii alterum exemplar conservetur in tabulario administrationis, alterum in archivo curiae; et in utroque quaelibet immutatio adnotetur, quam patrimonium subire contingat».

¹⁴ Cfr. Z. Combalía, *Sub can. 1283*, in Á. Marzoa, J. Miras, R. Rodríguez-Ocaña (a cura di), *Comentario exegético al Código de Derecho canónico*, IV/1, Barañáin, Eunsa, 2002³, p. 133.

¹⁵ Cfr. V. De Paolis, *I beni temporali della Chiesa*, edizione aggiornata a cura di A. Perlasca, Bologna, EDB, 2011, p. 57.

¹⁶ Cfr. C. Azzimonti, *Alienazione di beni culturali e controlli canonici, in particolare la licenza della Santa Sede*, «exLege», VI, 2005, 4, p. 68; H.A. von Ustinov, *La tutela de los bienes culturales en el Derecho Canónico*, «Anuario Argentino de Derecho Canónico», XIX, 2013, pp. 283-288.

¹⁷ Pontificia Commissio de Ecclesiae bonis culturalibus, Lettera circolare *Necessità e urgenza dell'inventariazione e catalogazione dei beni culturali della Chiesa*, 8 dicembre 1999, in *Enchiridion dei beni culturali della Chiesa. Documenti ufficiali della Pontificia Commissione per i Beni Culturali della Chiesa*, cit., pp. 400-437.

¹⁸ Pontificia Commissio de Ecclesiae bonis culturalibus, Lettera circolare *Inventariazione dei beni culturali degli Istituti di vita consacrata e delle Società di vita apostolica: alcuni orientamenti pratici*, 15 settembre 2006, in L. Grasselli (a cura di), *Enchiridion Vaticanum, XXIII, Documenti ufficiali della Santa Sede (2005-2006)*, EDB, Bologna, 2008, pp. 1473-1477.

¹⁹ Pontificia Commissio de Ecclesiae bonis culturalibus, Lettera circolare *Necessità e urgenza dell'inventariazione e catalogazione dei beni culturali della Chiesa*, cit., p. 402.

²⁰ Cfr. C. Azzimonti, *I beni culturali ecclesiali nell'ordinamento canonico e in quello concordatario italiano*, cit., p. 213; C. Garcimartín, *Inventario*, in J. Otaduy, A. Viana, J. Sedano (a cura di), *Diccionario General de Derecho Canónico*, IV, Pamplona, Eunsa, 2020², pp. 776-777; E. Camassa, *I beni culturali di interesse religioso. Principio di collaborazione e pluralità di ordinamenti*, cit., p. 22.

²¹ Ivi, p. 422.

²² Pontificium Consilium de cultura, *La dismissione e il riuso ecclesiale di chiese. Linee guida*, 30 novembre 2018, in F. Capanni (a cura di), *Dio non abita più qui? Dismissione di luoghi di culto e gestione integrata dei beni culturali ecclesiastici*, Roma, Artemide, 2019, p. 258. Al riguardo, cfr. anche – sotto punti di vista diversi – [P. Malecha, La riduzione di una chiesa a uso profano non sordido alla luce della normativa vigente e delle sfide della Chiesa di oggi, «JusOnline», IV, 2018, 3, pp. 173-198](#); A. Longhi, *La reutilización eclesial de las iglesias en desuso: cuestiones históricas y críticas en el reciente documento del Consejo Pontificio para la Cultura (2018)*, «Actas de arquitectura religiosa contemporánea», VI, 2019, Doi: [10.17979/aarc.2019.6.0.6241](#), pp. 218-227; F. Balsamo, *Il riuso delle chiese dismesse alla luce delle Linee guida del Pontificio Consiglio della Cultura*, in V. Buonomo, M. d'Arienzo, O. Échappé (a cura di), *Lex rationis ordinatio. Studi in onore di Patrick Valdrini*, I, Cosenza, Luigi Pellegrini Editore, 2022, pp. 135-150.

²³ Pontificium Consilium de cultura, *La dismissione e il riuso ecclesiale di chiese. Linee guida*, cit., p. 259: «6. La preoccupazione della Chiesa nella seconda metà del XX secolo è stata quella di costruire luoghi di culto nei quartieri in espansione delle città industriali e delle metropoli, coinvolte da fenomeni migratori interni. Negli ultimi anni questa tendenza è stata rallentata dalla contrazione demografica di molte comunità, causata da una diversa distribuzione della popolazione e da una maggiore mobilità delle persone, con relativo mutamento del rapporto di appartenenza dei fedeli al territorio e alle istituzioni ecclesiastiche territoriali tradizionali. Da una parte, i centri storici delle città, un tempo ricchi di chiese appartenenti a diversi enti ecclesiastici, diventano luoghi senza abitanti e con una popolazione di fedeli invecchiata; dall'altra, molti piccoli paesi dispersi in contesto rurale soffrono un profondo calo demografico, al punto che per le loro comunità cristiane è diventato difficile sostenere tanti luoghi di culto e una pluralità di parrocchie. / 7. Nei grandi centri urbani occidentali, oltre alla crescita della fluidità del senso di appartenenza e dell'anonimato, il calo della pratica religiosa, determinata da varie cause interne ed esterne alla Chiesa, ha prodotto la diminuzione dei fedeli e delle risorse finanziarie, e di conseguenza ha ridotto drasticamente il bisogno di chiese. A questo si aggiunge la situazione del clero, con molti sacerdoti in età avanzata e pochissime ordinazioni. Tutto ciò porta alla decisione di accorpamento, integrazione o fusione di parrocchie, col conseguente sottoutilizzo e abbandono di chiese».

²⁴ *Intesa tra il Ministro per i beni e le attività culturali e il Presidente della Conferenza Episcopale Italiana relativa alla tutela dei beni culturali di interesse religioso appartenenti a enti e istituzioni ecclesiastiche*, 26 gennaio 2005, «Notiziario della Conferenza Episcopale Italiana», XXXIX, 2005, p. 174.

²⁵ Codice dei beni culturali e del paesaggio, art. 20, comma 1: «I beni culturali non possono essere distrutti, deteriorati, danneggiati o adibiti ad usi non compatibili con il loro carattere storico o artistico oppure tali da recare pregiudizio alla loro conservazione»; e art. 21, comma 4: «Fuori dei casi di cui ai commi precedenti, l'esecuzione di opere e lavori di qualunque genere su beni culturali è subordinata ad autorizzazione del soprintendente. Il mutamento di destinazione d'uso dei beni medesimi è comunicato al soprintendente per le finalità di cui all'articolo 20, comma 1».

²⁶ Can. 1222 *Codex Iuris Canonici*: «§ 1. Si qua ecclesia nullo modo ad cultum divinum adhiberi queat et possibilitas non detur eam reficiendi, in usum profanum non sordidum ab Episcopo dioecetano redigi potest. / § 2. Ubi aliae graves causae suadeant ut aliqua ecclesia ad divinum cultum amplius non adhibeatur, eam Episcopus dioecetanus,

audito consilio presbyterali, in usum profanum non sordidum redigere potest, de consensu eorum qui iura in eadem sibi legitime vindicent, et dummodo animarum bonum nullum inde detrimentum capiat».

²⁷ Cfr. G.P. Montini, *I ricorsi amministrativi presso il Supremo Tribunale della Segnatura Apostolica. Una ricognizione a partire dai ricorsi in materia di parrocchie e di edifici sacri*, in Gruppo Italiano Docenti di Diritto Canonico (a cura di), *I giudizi nella Chiesa. Processi e procedure speciali*, Milano, Glossa, 1999, pp. 85-119; F. Daneels, *The reduction of a former parish church to profane use in the light of the recent jurisprudence of the Apostolic Signatura*, in M. Jędraszewski, J. Słowiński (a cura di), *Quod iustum est et aequum. Scritti in onore del Cardinale Zenone Grocholewski per il cinquantesimo di sacerdozio*, Poznań, Arcidiocesi di Poznań-Facoltà di Teologia Università Adam Mickiewicz a Poznań-Hipolit Cegielski Society, 2013, pp. 164-169; G. Núñez, *Notas a propósito de dos decretos recientes de la Signatura Apostólica. Supresión de parroquias y reducción de una iglesia a un uso profano no indecoroso*, «Ius canonicum», LIII, 2013, pp. 279-309; G. Parise, *La giurisprudenza del Supremo Tribunale della Segnatura Apostolica in materia di soppressione, unione e modifica di parrocchie e di riduzione ad uso profano non indecoroso di edifici sacri*, Roma, Edusc, 2015; Id., *Soppressione, unione e modifica di parrocchie (can. 515 §2) e riduzione ad uso profano non indecoroso di edifici sacri (can. 1222 §2): recente evoluzione della giurisprudenza della Segnatura Apostolica in materia*, in Id., *Nulla est charitas sine iustitia. Saggi di diritto canonico in memoriam del Card. Velasio De Paolis*, CS, Chieti, Tabula Fati, 2018, pp. 169-196.

²⁸ Congregatio pro clericis, *Guidelines for the Modification of Parishes and the Closure and Alienation of Churches*, in L. Grasselli (a cura di), *Enchiridion Vaticanum, XXIX, Documenti ufficiali della Santa Sede (2013)*, Bologna, EDB, 2015, pp. 378-395.

²⁹ Pontificia Commissione centrale per l'arte sacra in Italia, *Carta sulla destinazione degli antichi edifici ecclesiastici*, 26 ottobre 1987, Roma, s.e., 1987.

³⁰ Conferenza Episcopale Italiana, *I beni culturali della Chiesa in Italia. Orientamenti*, 9 dicembre 1992, «Notiziario della Conferenza Episcopale Italiana», XXVI, 1992, pp. 331-332, n. 35: «L'uso continuato dei beni culturali ecclesiastici in conformità con la destinazione originaria e la loro permanenza nell'ambito della proprietà ecclesiastica costituiscono condizioni favorevoli per la loro tutela e la loro conservazione. Perciò le chiese non più destinate al servizio liturgico parrocchiale siano di preferenza adibite a funzioni di culto di tipo sussidiario o di comunità particolari. Altri usi compatibili sono quelli di tipo culturale, come sedi per attività artistiche, biblioteche, archivi e musei. Il mutamento temporaneo di destinazione è sempre comunque preferibile all'alienazione dell'edificio; qualora questa fosse inevitabile, si dia la preferenza a nuovi proprietari, che ne garantiscano non solo l'integrale conservazione, ma anche l'uso pubblico, almeno temporaneo. In caso di destinazione diversa da quella originaria, nel rispetto delle norme civili, la suppellettile sia trasferita e conservata, per quanto possibile, ad uso di culto».

³¹ Conferenza Episcopale Italiana, *Norme per la tutela e la conservazione del patrimonio storico-artistico della Chiesa in Italia*, 14 giugno 1974, «Notiziario della Conferenza Episcopale Italiana», VIII, 1974, p. 113, n. 11: «[...] Per la sistemazione di musei diocesani, centri di studio, biblioteche, aule di musica sacra ed altre iniziative promozionali della cultura cristiana si veda, infine, con favore, l'uso delle chiese e degli oratori ora chiusi al culto».

³² Congregatio pro cultu divino, *Concerti nelle chiese*, 5 novembre 1987, «Notitia», XXIV (1988), p. 38.

³³ Al riguardo, ci limitiamo a rinviare a R. Scruton, *La bellezza e il sacro*, in Comitato per il progetto culturale della Conferenza Episcopale Italiana (a cura di), *Dio oggi. Con Lui o senza di Lui cambia tutto*, Siena, Cantagalli, 2010, pp. 105-116.

³⁴ Il rischio qui richiamato, ovviamente, non è affatto circoscritto al solo ambito culturale: come mostra plasticamente la panoramica sui riutilizzi di tipo commerciale che hanno interessato il territorio dell'Arcidiocesi di Milano descritta da L. Frigerio, *Dio non abita più qui?*, «il Segno», aprile 2022, p. 19, che apre tale sconcertante rassegna osservando appunto come più di un locale sorto all'interno di edifici di culto ormai dismessi «proprio sul fascino "dissacrante" e vagamente morboso della sua location» – artatamente amplificato dai relativi gestori – «ha fatto la sua fortuna».

³⁵ Cfr. A.G. Chizzoniti, *I musei ecclesiastici e l'intesa sui beni culturali di interesse religioso del 2005*, «Il diritto ecclesiastico», CXVI, 2005, pp. 865-887; Id., *I musei ecclesiastici*, in M. Madonna (a cura di), *Patrimonio culturale di interesse religioso in Italia. La tutela dopo l'Intesa del 26 gennaio 2005*, cit., pp. 158-160; O. Fumagalli Carulli, A.G. Chizzoniti (a cura di), *I musei ecclesiastici: organizzazione, gestione, marketing*, Milano, Vita e Pensiero, 2008; [M. Renna, I beni museali \(privati ed ecclesiastici\) nel Codice dei beni culturali e del paesaggio](#), «Aedon. Rivista di arti e diritto on line», VIII, 2005; A.G. Chizzoniti, F. Margiotta Broglio, *I musei ecclesiastici tra Stato e Chiesa*, in G. Morbidelli, G.

Cerrina Feroni (a cura di), *I musei. Discipline, gestione, prospettive*, Torino, Giappichelli, 2011, pp. 141-164; G. Santi, *I musei religiosi in Italia. Presenza, caratteri, linee guida, storia, gestione*, Milano, Vita e Pensiero, 2012; Id., *Musei ecclesiastici in Italia. Missione, tipologie, reti e sistemi*, Milano, Vita e Pensiero, 2016.

³⁶ Cfr. [G. Feliciani, *La questione del ticket d'accesso alle chiese*, «Aedon. Rivista di arti e diritto on line», XIII, 2010, 3](#); [F. Margiotta Broglio, *Per una chiesa a ingresso libero*, «il Mulino. Rivista di cultura e di politica», 13 marzo 2012](#); F. Franceschi, *L'accesso alle chiese aperte al culto: fruizione culturale, fruizione turistica, questione del ticket*, in *Stato, Chiese e pluralismo confessionale*, 33, 2014, Doi: [10.13130/1971-8543/4406](#), p. 1-51; A.G. Chizzoniti, *Il patrimonio immobiliare della Chiesa di interesse culturale: risorsa o zavorra?*, in G. D'Angelo, G. Fauceglia (a cura di), *Rigore e curiosità. Scritti in memoria di Maria Cristina Folliero*, I, Torino, Giappichelli, 2018, pp. 191-192; L. Decimo, *Templa moderna: i luoghi di Dio. La disciplina giuridica degli edifici di culto*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2021, pp. 176-181; F. Passaseo, *Il progetto 'LeccEcclesiae – alla scoperta del Barocco' dell'arcidiocesi di Lecce*, «Archivio giuridico "Filippo Serafini" online», I, 2022, Doi: [10.53148/AGo20220110](#), pp. 358-397.

³⁷ Si ricordi che – come sottolineato da C. Cardia, *Lo spirito dell'accordo*, in M. Madonna (a cura di), *Patrimonio culturale di interesse religioso in Italia. La tutela dopo l'Intesa del 26 gennaio 2005*, cit., p. 45, nt. 27 –: «La tradizione protestante dell'ingresso a pagamento nelle chiese ha origine proprio nella limitata valenza liturgica e devozionale dell'edificio di culto. Se si parte dal presupposto che la dimensione liturgica dell'edificio di culto è assai ridotta, e che fuori di tale dimensione non c'è motivo perché i fedeli si intrattengano in chiesa, la logica del *ticket* è irresistibile. Ma si tratta di una prospettiva ecclesiale del tutto diversa rispetto alla tradizione cattolica e alla sua concezione del tempio». Com'è noto, la stessa Conferenza Episcopale Italiana si è concentrata in modo specifico sul tema con l'apposita Nota *L'accesso nelle chiese*, 31 gennaio 2012, «Notiziario della Conferenza Episcopale Italiana», XLVI, 2012, pp. 26-27: documento che si apre proprio ricordando che «Secondo la tradizione italiana, è garantito a tutti l'accesso gratuito alle chiese aperte al culto, perché ne risalti la primaria e costitutiva destinazione alla preghiera liturgica e individuale. Tale finalizzazione è tutelata anche dalle leggi dello Stato». Quest'ultimo riferimento è ovviamente da intendersi rivolto in primo luogo – ancorché in modo non esclusivo – al secondo comma dell'art. 831 c.c., secondo cui «Gli edifici destinati all'esercizio pubblico del culto cattolico, anche se appartengono a privati, non possono essere sottratti alla loro destinazione neppure per effetto di alienazione, fino a che la destinazione stessa non sia cessata in conformità delle leggi che li riguardano»: a questo proposito, cfr. A. BETTETINI, *Ente ecclesiastico, beni religiosi e attività di culto. Profili giuridici*, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre, 2019, pp. 87-131.

³⁸ Conferenza Episcopale Italiana - Commissione episcopale per la liturgia, Nota pastorale *Il rinnovamento liturgico in Italia a vent'anni dalla Costituzione Conciliare "Sacrosanctum Concilium"*, 23 settembre 1983, «Notiziario della Conferenza Episcopale Italiana», XVII, 1983, p. 192, n. 13.

³⁹ Sul punto, si veda anche G. Dalla Torre, *Dalle 'chiese' agli 'edifici di culto'*, in D. Persano (a cura di), *Gli edifici di culto tra Stato e confessioni religiose*, cit., p. 6.

⁴⁰ In questo senso, un valore paradigmatico è assunto dal contesto francese, come osservato da Ph. Martin, *Une question millénaire*, C. Faltrauer, Ph. Martin, L. Obadia (a cura di), in *Patrimoine religieux. Désacralisation, requalification, réappropriation*, Paris, Riveneuve éditions, 2013, p. 12: «Notre époque serait un moment unique, la fin d'une civilisation. Moment très particulier, où à une déchristianisation massive des populations, répond une défense des églises de la part de ces mêmes populations. Ambiguïté fondamentale puisque des non croyants défendent un patrimoine que les catholiques relativisent». In proposito, cfr. anche A. Longhi, *Patrimonio ecclesiale, territorio e società: strumenti di conoscenza e dibattito storico-critico*, «IN_BO. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura», 6, 2021, Doi: [10.6092/issn.2036-1602/12352](#), p. 50.

Bibliografia:

- Aznar Gil F.R., *La administración de los bienes temporales de la Iglesia*, Salamanca, Publicaciones Universidad Pontificia de Salamanca, 1993².
- Azzimonti C., *Alienazione di beni culturali e controlli canonici, in particolare la licenza della Santa Sede*, «exLege», VI, 2005, 4.
- Azzimonti C., *I beni culturali ecclesiali in Italia*, «Quaderni di diritto ecclesiale», XXIX, 2016.
- Azzimonti C., *I beni culturali ecclesiali nell'ordinamento canonico e in quello concordatario italiano*, Bologna, EDB, 2001.
- Barbati C., *Organizzazione e soggetti*, in *Diritto del patrimonio culturale*, Bologna, il Mulino, 2020².
- Begus C., *Diritto patrimoniale canonico*, Città del Vaticano, Lateran University Press, 2007.
- BETTETINI A., *Ente ecclesiastico, beni religiosi e attività di culto. Profili giuridici*, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre, 2019.
- Buonomo V., d'Arienzo M., Échappé O. (a cura di), *Lex rationis ordinatio. Studi in onore di Patrick Valdrini*, I, Cosenza, Luigi Pellegrini Editore, 2022.
- Camassa E., *I beni culturali di interesse religioso. Principio di collaborazione e pluralità di ordinamenti*, Torino, Giappichelli, 2013.
- Cammelli M. (a cura di), *Il Codice dei beni culturali e del paesaggio. Commento al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche*, Bologna, il Mulino, 2007.
- Capanni F. (a cura di), *Dio non abita più qui? Dismissione di luoghi di culto e gestione integrata dei beni culturali ecclesiastici*, Roma, Artemide, 2019.
- Chizzoniti A.G., *I musei ecclesiastici e l'intesa sui beni culturali di interesse religioso del 2005*, «Il diritto ecclesiastico», CXVI, 2005.
- Conn J.J., Sabbarese L. (a cura di), *Iustitia in caritate. Miscellanea di studi in onore di Velasio De Paolis*, Roma, Urbaniana University Press, 2005.
- D'Angelo G., Fauceglia G. (a cura di), *Rigore e curiosità. Scritti in memoria di Maria Cristina Folliero*, I, Torino, Giappichelli, 2018.
- Dalla Torre G., *Lezioni di diritto canonico*, edizione aggiornata a cura di Boni G., Cavana P., Torino, Giappichelli, 2022⁵.
- De Paolis V., *Alcune osservazioni sulla nozione di amministrazione dei beni temporali della Chiesa*, «Periodica de re canonica», LXXXVIII, 1999.
- De Paolis V., *I beni temporali della Chiesa*, edizione aggiornata a cura di Perlasca A., Bologna, EDB, 2011.
- Decimo L., *Templa moderna: i luoghi di Dio. La disciplina giuridica degli edifici di culto*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, 2021.
- Faltrauer C., Martin Ph., Obadia L. (a cura di), in *Patrimoine religieux. Désacralisation, requalification, réappropriation*, Paris, Riveneuve éditions, 2013.
- Feliciani G., Schulz W. (a cura di), *Vitam impendere vero. Studi in onore di Pio Ciprotti*, Città del Vaticano-Roma, Libreria Editrice Vaticana-Libreria Editrice Lateranense, 1986.
- Franceschi F., *L'accesso alle chiese aperte al culto: fruizione culturale, fruizione turistica, questione del ticket*, in *Stato, Chiese e pluralismo confessionale*, 33, 2014.
- Frigerio L., *Dio non abita più qui?*, «il Segno», aprile 2022.
- Fumagalli Carulli O., Chizzoniti A.G. (a cura di), *I musei ecclesiastici: organizzazione, gestione, marketing*, Milano, Vita e Pensiero, 2008.
- Giovanni Paolo II, *Enchiridion dei beni culturali della Chiesa. Documenti ufficiali della Pontificia Commissione per i beni culturali della Chiesa*, Bologna, EDB, 2002.
- Grasselli L. (a cura di), *Enchiridion Vaticanum*, XXIII, *Documenti ufficiali della Santa Sede (2005-2006)*, EDB, Bologna, 2008.
- Grasselli L. (a cura di), *Enchiridion Vaticanum*, XXIX, *Documenti ufficiali della Santa Sede (2013)*, Bologna, EDB, 2015.

- Gruppo Italiano Docenti di Diritto Canonico (a cura di), *I giudizi nella Chiesa. Processi e procedure speciali*, Milano, Glossa, 1999.
- Jędraszewski M., Słowiński J. (a cura di), *Quod iustum est et aequum. Scritti in onore del Cardinale Zenone Grocholewski per il cinquantesimo di sacerdozio*, Poznań, Arcidiocesi di Poznań-Facoltà di Teologia Università Adam Mickiewicz a Poznań-Hipolit Cegielski Society, 2013.
- Longhi A., *La reutilización eclesial de las iglesias en desuso: cuestiones históricas y críticas en el reciente documento del Consejo Pontificio para la Cultura (2018)*, «Actas de arquitectura religiosa contemporánea», VI, 2019.
- Longhi A., *Patrimonio ecclesiale, territorio e società: strumenti di conoscenza e dibattito storico-critico*, «IN_BO. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura», 6, 2021.
- Madonna M. (a cura di), *Patrimonio culturale di interesse religioso in Italia. La tutela dopo l'Intesa del 26 gennaio 2005*, Venezia, Marcianum Press, 2007.
- Marzoa Á., Miras J., Rodríguez-Ocaña R. (a cura di), *Comentario exegetico al Código de Derecho canónico*, IV/1, Barañáin, Eunsa, 2002³.
- Morbidelli G., Cerrina Feroni G. (a cura di), *I musei. Discipline, gestione, prospettive*, Torino, Giappichelli, 2011.
- Núñez G., *Notas a propósito de dos decretos recientes de la Signatura Apostólica. Supresión de parroquias y reducción de una iglesia a un uso profano no indecoroso*, «Ius canonicum», LIII, 2013.
- Otaduy J., Viana A., Sedano J. (a cura di), *Diccionario General de Derecho Canónico*, IV, Pamplona, Eunsa, 2020².
- Parise G., *La giurisprudenza del Supremo Tribunale della Segnatura Apostolica in materia di soppressione, unione e modifica di parrocchie e di riduzione ad uso profano non indecoroso di edifici sacri*, Roma, Edusc, 2015.
- Parise G., *Nulla est charitas sine iustitia. Saggi di diritto canonico in memoriam del Card. Velasio De Paolis*, CS, Chieti, Tabula Fati, 2018.
- Passaseo F., *Il progetto 'LeccEcclesiae – alla scoperta del Barocco' dell'arcidiocesi di Lecce*, «Archivio giuridico "Filippo Serafini" online», I, 2022.
- Persano D. (a cura di), *Gli edifici di culto tra Stato e confessioni religiose*, Milano, Vita e Pensiero, 2008.
- Pinton S., Zagato L. (a cura di), *Cultural Heritage. Scenarios 2015-2017*, Venezia, Edizioni Ca' Foscari, 2017.
- Sandulli M.A. (a cura di), *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre, 2019³.
- Santi G., *I musei religiosi in Italia. Presenza, caratteri, linee guida, storia, gestione*, Milano, Vita e Pensiero, 2012.
- Santi G., *Musei ecclesiastici in Italia. Missione, tipologie, reti e sistemi*, Milano, Vita e Pensiero, 2016.
- Scruton R., *La bellezza e il sacro*, in Comitato per il progetto culturale della Conferenza Episcopale Italiana (a cura di), *Dio oggi. Con Lui o senza di Lui cambia tutto*, Siena, Cantagalli, 2010.
- von Ustinov H.A., *La tutela de los bienes culturales en el Derecho Canónico*, «Anuario Argentino de Derecho Canónico», XIX, 2013.

Lo studio dei manoscritti giuridici come esempio di valorizzazione del patrimonio culturale materiale e immateriale

Donatella Tronca

Abstract

This paper offers an analytical study and a scientific description of juridical manuscripts as an example of the enhancement of material and immaterial cultural heritage. It focuses on collections which contain norms of canon law. The analytical study features an external description of the manuscript (codicological-palaeographical description) and an internal description that documents the individual textual units. For canonical collections, individual canons are considered as smallest textual unit. As an example, the paper presents some manuscripts from late antique and early medieval collections held at the Biblioteca Capitolare (Cathedral Library) of Verona, with which the Department of Cultural Heritage at the University of Bologna has recently signed a cooperation agreement.

Viene presentato lo studio analitico e la descrizione scientifica dei manoscritti di contenuto giuridico come possibile esempio di valorizzazione di beni materiali e immateriali. In particolare, l'attenzione è focalizzata sulle collezioni canoniche, ossia quelle raccolte che abbiano come elemento caratterizzante il fatto di essere costituite da norme del diritto canonico. Lo studio analitico prevede una descrizione esterna del manufatto (descrizione codicologico-paleografica) e una descrizione interna, relativa quindi alla registrazione delle singole unità testuali presenti nel manoscritto. Nel caso dei manoscritti di contenuto canonistico, andrà considerata come unità testuale minima il singolo canone riportato. Come esempio, sono illustrati alcuni manoscritti di collezioni tardoantiche e altomedievali conservati presso la Biblioteca Capitolare di Verona con cui il Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna ha di recente siglato un accordo di collaborazione.

Parole chiave: Manoscritti giuridici; collezioni canoniche; Biblioteca Capitolare di Verona.

Donatella Tronca: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

 donatella.tronca2@unibo.it

In questa breve comunicazione viene presentato lo studio analitico e la descrizione scientifica dei manoscritti di contenuto giuridico come possibile esempio di valorizzazione di beni materiali e immateriali. In particolare, l'attenzione sarà focalizzata sulle 'collezioni canoniche', ossia quelle raccolte che abbiano come elemento caratterizzante il fatto di essere costituite da norme del diritto canonico. A questo proposito, saranno illustrati alcuni manoscritti di collezioni tardoantiche e altomedievali conservati presso la Biblioteca Capitolare di Verona. Attualmente si occupa della gestione e della valorizzazione del patrimonio di questa antica e prestigiosa sede, la giovane Fondazione Biblioteca Capitolare e sono felice di poter introdurre questa esposizione menzionando la recente convenzione siglata tra il Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna e la Fondazione, con l'obiettivo di formulare insieme nuovi progetti e contribuire alla formazione di nuovi studiosi ed esperti nella valorizzazione dei beni culturali materiali e immateriali.¹

Innanzitutto, quindi, per meglio contestualizzare le mie parole, è importante dire qualcosa su questa istituzione. La Biblioteca Capitolare di Verona, infatti, non è un mero contenitore contemporaneo di oggetti antichi, ma la sua stessa storia andrà considerata oggetto di studio e di valorizzazione, perché è intrinsecamente collegata al processo di scrittura, utilizzo, trasmissione e conservazione del patrimonio culturale di cui parlerò, tanto materiale quanto immateriale.

La prima attestazione della presenza di un'attività di scrittura legata al clero della cattedrale veronese risale al VI secolo (Barsetti, 2018).² Tale attestazione è fornita da uno dei più celebri e risalenti *colophon* della civiltà grafica di lingua e alfabeto latino: si tratta della sottoscrizione di Ursicino, un chierico della Chiesa veronese che era giunto al grado ecclesiastico di *lector*. La sottoscrizione è apposta in calce al codice in cui Ursicino aveva trascritto le vite dei santi Martino e Paolo eremita. Si tratta, quindi, di testi di natura agiografica, e questo dettaglio già ci informa a proposito di una delle tipologie principali di testi che circolavano nella biblioteca annessa a una cattedrale. Si tratta di testi che narravano vite esemplari della storia cristiana e che quindi dovevano servire per l'istruzione del clero. A questi andranno aggiunti i testi liturgici per l'uso quotidiano, i testi patristici per lo studio e, ovviamente, i testi canonistici. È importante sottolineare come anche le narrazioni agiografiche e le disposizioni canonistiche avessero un ruolo nella quotidianità della vita del clero, perché verosimilmente se ne dava lettura durante alcune celebrazioni liturgiche.

La Capitolare rientra nel genere di biblioteche che rispondevano alle esigenze culturali degli antichi centri del cristianesimo, e lungo i secoli ha avuto un'attività più o meno intensa a seconda delle personalità che vi hanno operato e che hanno contribuito alla circolazione di testi (Gamble, 1995).³ A proposito di questo aspetto, esemplare per l'argomento di nostro interesse – il manoscritto giuridico canonistico – è la figura del vescovo Raterio, attivo a Verona nel X secolo. Nelle sue opere è rilevante l'influenza dei testi patristici e delle norme ecclesiastiche degli antichi concili, soprattutto quando attacca i comportamenti di certi prelati veronesi suoi nemici che considera corrotti (Vinay, 2003).⁴

Facciamo riferimento, qui, a quella fase che la manualistica colloca nel cosiddetto *ius antiquum*, cioè quel periodo che va dai primi sviluppi istituzionali ecclesiastici al 1140 (Erdö, 2008).⁵ In questo periodo i canoni conciliari rappresentano la forma principale in cui le prime istituzioni ecclesiastiche si danno delle norme e le impongono anche ai fedeli. I manuali

dividono questo lunghissimo periodo in tre sottoperiodi: la patristica (dagli inizi fino alla prima metà dell'VIII secolo); la riforma carolingia (dalla metà dell'VIII secolo alla fine del IX); infine la riforma imperiale e gregoriana (dalla fine dell'impero carolingio alla metà del XII secolo). La fase patristica dello *ius antiquum* comprende principalmente collezioni pseudo-apostoliche e quelle degli antichi concili. La maggior parte degli storici considera questo momento come il punto di partenza del diritto canonico, ma per una più ampia visione storico-culturale della questione è importante tenere a mente anche le osservazioni di altri studiosi – come Alfons Maria Stickler, tra i più eminenti – per i quali, sotto alcuni aspetti, anche il Nuovo Testamento potrebbe essere considerato come la prima “collezione canonica” (Stickler, 1974; Szuromi, 2014).⁶ Molto raramente, tuttavia, le collezioni canoniche prevedevano citazioni direttamente dalle Scritture, che erano raccomandate solo in caso di dissenso nei confronti della tradizione. Inoltre, laddove le Scritture erano considerate una indiscutibile rivelazione divina, questo principio non valeva per le norme consuetudinarie riportate in queste collezioni, che per loro stessa natura erano suscettibili di variazioni e ampliamenti dettati dalle nuove norme di concili e sinodi tenuti periodicamente. In un periodo in cui la sede papale non aveva ancora l'autorità che acquisterà successivamente, una norma del diritto canonico particolare, emanazione, per esempio, di concili locali, aveva forse minore diffusione geografica, ma possedeva lo stesso valore giuridico di una norma del diritto canonico universale. È per questo che nei manoscritti i canoni pronunciati in concili come Nicea o Calcedonia si trovano – senza nessuna particolare distinzione – affiancati da norme pronunciate nei sinodi locali, per esempio di Gallia o Penisola Iberica.

In genere la storiografia suddivide le collezioni canoniche tra cronologiche e sistematiche. Le collezioni cosiddette cronologiche sono per lo più registrazioni di atti di concili copiati uno dopo l'altro in ordine cronologico. Le collezioni sistematiche, invece, presentano una suddivisione tematica del materiale, in cui i canoni sono tolti dal loro contesto originale e collocati sotto un'altra suddivisione evidentemente utile all'istituzione che in quel momento aveva necessità di fare chiarezza su una determinata questione. Come tutto ciò che riguarda le collezioni canoniche, anche questa suddivisione tra sistematiche e cronologiche non è da considerarsi fissa, e non riesce a coprire la grande varietà di possibilità che si incontrano nelle suddivisioni delle collezioni.

La varietà che caratterizza le collezioni canoniche può considerarsi un riflesso del processo dialettico che nei secoli ha contribuito alla formazione della dottrina ecclesiastica, e che proprio nella Tarda Antichità appare ancora più evidente, perché allora non si era ancora formata una istituzione ecclesiastica che avesse il potere di emanare delle norme anche solo vagamente univoche e valide per tutti. Provenendo principalmente da norme conciliari, queste collezioni a volte rispecchiano letteralmente il dibattito che in quelle occasioni avveniva tra i vescovi che vi partecipavano.

Ogni schematica suddivisione e periodizzazione, per quanto utile, andrà quindi considerata più fluida di quanto non appaia, e attraverso lo studio dei manoscritti di natura canonistica impariamo anche a prendere le distanze dall'idea che certe pratiche fossero necessariamente esercitate nel momento in cui vengono proibite. Questo perché la compilazione di collezioni di norme ecclesiastiche nell'alto medioevo, anche quando si riesca a risalire a personalità con dei contorni più precisi – pensiamo, per esempio, allo stesso Raterio, ma poi anche a Burcardo

di Worms, fino ad arrivare a Graziano – è da considerarsi un processo strettamente legato alla dimensione libraria, e questa dimensione contribuisce alla formazione di un canone. Sia inteso il termine canone, qui, in senso tanto librario quanto giuridico. Questo processo ha un peso molto significativo nella formazione del diritto canonico di età medievale. Detto in altre parole e pensando, magari, al divieto di certe pratiche specifiche: nei testi di natura canonistica è quasi impossibile stabilire quando una norma si riferisca a una pratica coeva alla redazione del canone, oppure quando non si tratti piuttosto di mera ripetizione, più o meno meccanica, di norme anteriori, ma certamente ancora valide, che per qualche motivo entrano a far parte di nuove collezioni. L'unico modo che lo studioso ha per valorizzare questa complessità, che rientra nelle forme del sapere tanto materiale (la produzione dei manoscritti) quanto immateriale (la conoscenza del diritto), è fornire di questi testi una descrizione analitica, che ne prenda in considerazione tutte le componenti.

Lo studio analitico prevede una descrizione esterna del manufatto (descrizione codicologico-paleografica) e una descrizione interna, relativa quindi alla registrazione delle singole unità testuali presenti nel manoscritto (Petrucci, 1990; Jemolo e Morelli, 1990).⁷ Nel caso dei manoscritti di contenuto canonistico, andrà considerata come unità testuale minima il singolo canone riportato. Questo studio dedica un'attenzione particolare anche alla presenza di eventuali annotazioni marginali che possono essere successivamente confluite nella tradizione manoscritta di una norma. Proprio nel caso dei codici di collezioni canoniche gli interventi marginali possono avere spesso un'importanza cruciale, perché talvolta il rischio è quello che nell'atto meccanico della copia, si inseriscano degli errori che portino poi a delle contraddizioni. Quelle contraddizioni, appunto, che Graziano sentirà di dover risolvere. Alcune riguardano questioni di cruciale importanza, come il celibato dei preti, per esempio tra le varie versioni dei cosiddetti *Canon* di Teodoro (Flechner, 2019).⁸ Altre sono meno significative, ma forse più divertenti. È il caso, per esempio, di un canone dell'*Epitome Hispana* presente nel ms. LXI (59) della Biblioteca Capitolare di Verona, dove a c. 36v è riportata la seguente norma: «Clericus nec comam nutriet nec barba radat». In questo modo si invitano i chierici a non curarsi troppo i capelli e a non radersi la barba. Se si confronta questo canone, però, con quello riportato in un altro manoscritto che pure tramanda il testo dell'*Epitome* ed è conservato a Lucca (è il celebre manoscritto 490, c. 297rB), vediamo come un lettore/correttore avveduto abbia aggiunto un *sed* che cambia totalmente il senso della norma: «Clericus nec comam nutriat nec barbam sed radat». Quindi i chierici sono invitati a non curarsi troppo i capelli e la barba, ma a radersi! Inoltre, l'analisi della scrittura, lo studio e la registrazione sistematica di queste annotazioni consente di approfondire gli eventuali spostamenti del manoscritto prima di approdare nella sua attuale sede di conservazione.

L'attività descrittiva così condotta, partendo da un nucleo di codici legati a una specifica istituzione ecclesiastica – il capitolo dei canonici della Cattedrale di Verona – permette considerazioni generali su alcuni aspetti immateriali legati alla dimensione storico-giuridica e storico-culturale. Questi riguardano le influenze del diritto romano nella formazione delle collezioni canoniche, ravvisabile, per esempio, nella nota di *infamia*.

Ma ancora, il fitto intreccio tra diritto romano e storia del cristianesimo è evidente anche a livello materiale. È noto come presso la Biblioteca Capitolare di Verona si conservino anche materiali relativi alla giurisprudenza classica: il celebre testimone delle *Institutiones* di Gaio ne è

un esempio e la *scriptio superior* di questo palinsesto è costituita da lettere di Girolamo e altri testi cristiani.⁹

Un altro esempio importante è costituito dal palinsesto del cosiddetto ‘Cresconio veronese’: si tratta, in quest’ultimo caso, di un manoscritto contenente la più antica attestazione della collezione canonica nota come *Concordia canonum*, attribuita al cartaginese Cresconio, che l’avrebbe composta verso la metà del VI secolo. In questo manoscritto, vergato in corsiva nuova nella prima metà dell’VIII secolo, il testo di Cresconio costituisce la *scriptio superior* di un palinsesto con il più antico apografo del *Codex repetitae praelectionis* della compilazione giustiniana. La *scriptio inferior* è stata verosimilmente vergata in uno *scriptorium* che operava sotto la giurisdizione bizantina nella metà del VI secolo: il testo è disposto su due colonne e copiato nell’onziale del tipo detto “B-R”, tipico della documentazione giuridica.¹⁰ L’onziale era la scrittura usata per la copia del testo biblico – la legge di Dio – e questo la rendeva ideologicamente la scrittura più adatta anche alla copia della legislazione imperiale, in un momento storico in cui l’imperatore era considerato anche il capo della Chiesa. Per questo manoscritto di emanazione imperiale, tra l’altro, non sarebbe del tutto da escludere un passaggio ravennate.

Si tratta di un periodo storico particolarmente fertile, in cui gli incontri (e scontri) culturali hanno consentito l’innescare di processi con ricadute importanti anche sulle epoche successive. La documentazione giuridica può costituire, in questo senso, una chiave importante anche per valorizzare l’elemento immateriale di una prosecuzione del diritto romano nella stessa formazione del diritto canonico. La Biblioteca Capitolare di Verona è un esempio peculiare di biblioteca della storia e dell’immaginario cristiani, e l’elevata eterogeneità tanto delle caratteristiche estrinseche quanto di quelle intrinseche del manoscritto di contenuto giuridico canonistico fornisce un deposito di patrimonio culturale che andrebbe descritto, studiato e valorizzato in ogni singolo aspetto, così fornendo anche le basi per nuovi approfondimenti in diversi ambiti disciplinari.

Note:

¹ Il responsabile dell'accordo, per il Dipartimento di Beni Culturali, è Luigi Canetti e membri del comitato tecnico scientifico sono Fiammetta Sabba, Nicolò Maldina, Lucia Sardo e Donatella Tronca; il responsabile scientifico per la Biblioteca Capitolare è Timoty Leonardi e membri del comitato sono Pierluigi Sguazzardo e Claudia Adami.

² Su questo si veda M. Bassetti, *Il codice di Ursicino* [Ver. XXXVIII (36)], in M. Bassetti (a cura di) *Nell'anno del Signore 517. Verona al tempo di Ursicino. Crocevia di uomini culture scritture*, Spoleto, Fondazione CISAM, 2018, pp. 53-69.

³ Su questo tema si può vedere H.Y. Gamble, *Books and Readers in the Early Church. A History of Early Christian Texts*, New Haven and London, Yale University Press, 1995.

⁴ Per una panoramica di carattere generale su questa figura, si può vedere G. Vinay, *La confessione sdoppiata di Raterio*, in *Alto medioevo latino. Conversazioni e no*, Napoli, Liguori, 2003.

⁵ Una buona sintesi è fornita da P. Erdö, *Storia delle fonti del diritto canonico*, Venezia, Marcianum Press, 2008 [ed. or. 2002].

⁶ A. M. Stickler, *Historia iuris canonici latini. Institutiones academicae. I. Historia fontium*, Augusta Taurinorum, Roma, 1974. Cfr. S.A. Szuromi, *Pre-Gratian Medieval Canonical Collections. Texts, Manuscripts, Concepts*, Berlin, Frank & Timme. Verlag für wissenschaftliche Literatur, 2014, p. 9.

⁷ Il riferimento teorico principale è A. Petrucci, *La descrizione del manoscritto. Storia, modelli, problemi*. Seconda edizione aggiornata, Carocci, Roma, 1990². Cfr., inoltre, V. Jemolo, M. Morelli, *Guida a una descrizione uniforme dei manoscritti e al loro censimento*, Istituto centrale per il catalogo unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche, Roma, 1990.

⁸ R. Flechner, *Canonical Collections*, in P.L. Reynolds (Ed.), *Great Christian Jurists and Legal Collections in the First Millennium*, Cambridge University Press, Cambridge, 2019, pp. 182-197.

⁹ F. Briguglio, *Il codice palinsesto delle Institutiones di Gaio* [Ver. XV (13)], in M. Bassetti (a cura di) *Nell'anno del Signore*, cit., pp. 97-102.

¹⁰ G. Saccomani, *Il 'Cresconio' veronese: dal Codex ai frammenti e ritorno* [Ver. LXII (60)], in M. Bassetti (a cura di) *Nell'anno del Signore*, cit., pp. 91-96.

Bibliografia:

Bassetti M. (a cura di) *Nell'anno del Signore 517. Verona al tempo di Ursicino. Crocevia di uomini culture scritture*, Spoleto, Fondazione CISAM, 2018.

Erdö P., *Storia delle fonti del diritto canonico*, Venezia, Marcianum Press, 2008 [ed. or. 2002].

Gamble H.Y., *Books and Readers in the Early Church. A History of Early Christian Texts*, New Haven and London, Yale University Press, 1995.

Jemolo V., Morelli M., *Guida a una descrizione uniforme dei manoscritti e al loro censimento*, Istituto centrale per il catalogo unico delle biblioteche italiane e per le informazioni bibliografiche, Roma, 1990.

Petrucci A., *La descrizione del manoscritto. Storia, modelli, problemi*. Seconda edizione aggiornata, Carocci, Roma, 1990².

Reynolds P.L. (Ed.), *Great Christian Jurists and Legal Collections in the First Millennium*, Cambridge University Press, Cambridge, 2019.

Stickler A.M., *Historia iuris canonici latini. Institutiones academicae. I. Historia fontium*, Augusta Taurinorum, Roma, 1974.

Szuromi S.A., *Pre-Gratian Medieval Canonical Collections. Texts, Manuscripts, Concepts*, Berlin, Frank & Timme. Verlag für wissenschaftliche Literatur, 2014.

Vinay G., *La confessione sdoppiata di Raterio*, in *Alto medioevo latino. Conversazioni e no*, Napoli, Liguori, 2003.

Profilo bio-bibliografico degli Autori

Stefano Allegrezza è professore associato all'Università degli Studi di Bologna dove insegna Archivistica ed Archivistica digitale. Dirige il Centro di ricerca "Personal Digital Memories" e la Summer school in "Web and social media archiving and preservation". È membro del Consiglio dell'Alma Mater Research Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (ALMA AI). Impegnato in progetti di ricerca nazionali e internazionali, è autore di numerose pubblicazioni sui temi della digitalizzazione e della conservazione del patrimonio culturale.

Nicola Badolato è professore associato nel Dipartimento delle Arti dell'Università di Bologna, dove insegna Teoria musicale e Drammaturgia musicale. Ha pubblicato edizioni di drammi per musica di Carlo Maria Maggi (2010), Giovanni Faustini (2012) e Benedetto Ferrari (2013), e di opere inscenate a Roma da Filippo Juvarra tra il 1710 e il 1714 (2016); collabora all'edizione critica delle opere di Francesco Cavalli (2012-). È socio della SSCM - Society for Seventeenth-Century Music e della International Musicological Society.

Federico Lanzellotti è assegnista di ricerca all'Università di Padova. È coinvolto nell'edizione degli *opera omnia* di Giovanni Bononcini (Fondazione Arcadia di Milano – LIM) e di Giuseppe Tartini (Università di Padova – Bärenreiter). Ha scritto sulla musica strumentale e vocale di Carlo Ambrogio Lonati, Giovanni Bononcini, su Georg Philipp Telemann, György Ligeti e sul teatro musicale di Silvia Colasanti. Collabora con il Festival "Grandezze e Meraviglie" di Modena e fa parte del gruppo di ricerca *Tradimus* della Fondazione "Levi" di Venezia.

Federica Collina è dottoranda nel corso di Patrimonio Culturale nell'Ecosistema Digitale dell'Università di Bologna. Il suo progetto di dottorato mira a sviluppare nuove strategie di comunicazione museale attraverso tecnologie digitali. Ha un particolare interesse per la scansione 3D a luce strutturata e l'antropologia fisica. Attualmente collabora con diversi musei dell'Emilia Romagna, come il Museo Nazionale di Ravenna o il Museo Nazionale dell'Età Neoclassica di Faenza, per migliorare la comunicazione e l'engagement delle collezioni in essi contenute.

Simone Zambruno è tecnico presso il FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling del Dipartimento di Beni Culturali (Università di Bologna). Si occupa di tecnologie informatiche per lo studio e la comunicazione del patrimonio con uno sguardo particolare alle tematiche della sostenibilità, tecnica ed economica, delle soluzioni per lo storytelling dei beni culturali. Ha collaborato a numerosi progetti di valorizzazione in ambito locale, nazionale e internazionale. È professore a contratto di Informatica per i beni culturali per la Laurea Magistrale a ciclo unico in Restauro e Conservazione dei Beni Culturali.

Hubert Gamba è producer presso la società Electronic Arts (Colonia, Germania). È stato borsista di ricerca per il FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling per il progetto europeo DARE-UIA. Durante questo periodo, ha collaborato con vari musei e università, dedicandosi non solo alla scansione tridimensionale e alla stampa 3D ma anche alla creazione di tour virtuali e sistemi di gestione dei contenuti "CMS".

Alessandro Iannucci è professore associato presso il Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna. I suoi principali interessi di ricerca sono la tradizione classica, il digital heritage e le forme di comunicazione e la valorizzazione del patrimonio culturale (arti visuali, monumenti storici, siti archeologici, archeologia industriale, collezioni museali). Negli ultimi anni l'attività scientifica è stata rivolta prevalentemente allo sviluppo del laboratorio di ricerca FrameLAB – Multimedia & Digital Storytelling di cui è il direttore attraverso progetti di musealizzazione digitale di monumenti e aree di interesse per la memoria culturale. Tra i progetti europei in corso DARE (UIA, Project Number UIA04-137, 2019-2022) sulla memoria culturale per la rigenerazione urbana) e Byllis (Capacity Building Project – Delegated Cooperation 2020-2024) digital storytelling del parco archeologico di Byllis in Albania).

Silvia Garzarella è Dottoranda in Discipline dello Spettacolo presso l'Università di Bologna. Si occupa dell'eredità artistica di Rudolf Nureev e dell'utilizzo di tecnologie digitali avanzate per la valorizzazione dei materiali d'archivio. Dal 2022 fa parte della segreteria di redazione della rivista «Danza e Ricerca. Laboratorio di studi, scritture, visioni».

Clelia Marrone, laureata con lode in Ingegneria Edile – Architettura nel 2020, è dottoranda in Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali presso l'Università di Bologna. I suoi interessi di ricerca sono rivolti allo studio di strategie innovative per la salvaguardia del costruito storico. In particolare, si occupa dello sviluppo di materiali sensorizzati e nuove soluzioni per le murature storiche affette da umidità. Clelia è anche membro dell'International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM).

Elisa Franzoni è Professore Ordinario in Scienza e Tecnologia dei Materiali al Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali dell'Università di Bologna. Svolge attività di ricerca sui materiali da costruzione, con particolare riferimento ai materiali per la conservazione dei Beni Culturali. È attiva in progetti competitivi nazionali e internazionali e referente di molteplici contratti di ricerca con aziende italiane e straniere. Ha al suo attivo oltre 170 pubblicazioni scientifiche (103 in Scopus, H-index 34).

Cecilia Norfini, nata a Firenze il 23 luglio 1997, ha frequentato il corso di laurea a ciclo unico in conservazione e restauro dei beni culturali presso l'Università di Bologna. Laureata con 110 e lode con qualifica per il restauro di metalli, ceramiche e vetri, ha avuto esperienze lavorative nel campo dei mosaici e degli affreschi e lavora attualmente presso la ditta di restauro Salvioli Nicola.

Andrea Boeri è Professore Ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso l'Università di Bologna. È stato Direttore del Dipartimento di Architettura nel periodo 2015-2021. Direttore scientifico del "OFF_line Laboratory" (laboratorio per l'innovazione della tecnologia dell'architettura e l'efficienza energetica). La sua ricerca copre una vasta gamma di argomenti come la sostenibilità ambientale e la qualità di edifici e sistemi urbani, tecnologie innovative per l'architettura, prestazioni dei materiali ed elementi costruttivi.

Daniela Longo è Architetto, PhD, Professoressa Ordinaria di Tecnologia dell'Architettura presso il DA dell'Università di Bologna. Campi di ricerca: tecnologie per l'efficienza energetica, innovazione tecnologica, iniziative di mitigazione per l'adattamento ai cambiamenti climatici, processi di co-design e co-costruzione per la transizione verde delle città, accessibilità e la valorizzazione del patrimonio culturale, integrazione tecnologica per le smart cities e modelli/scenari predittivi.

Serena Orlando è Assegnista di Ricerca e Professoressa a Contratto (Dipartimento di Architettura, Università di Bologna). Architetto e Dottore di Ricerca in Composizione Architettonica e Urbana ICAR 14 - XXX° ciclo (Università di Bologna). Gli interessi e le attività di ricerca riguardano la composizione architettura e urbana, il progetto urbano e del paesaggio, il ruolo del patrimonio culturale e le dinamiche connesse ai processi di trasformazione urbana e dello spazio pubblico.

Marco Pretelli è Laureato in Architettura, Università IUAV di Venezia; PhD in Conservazione dell'Architettura, Università "Federico II" di Napoli. Funzionario presso le Soprintendenze per i Beni Architettonici (2000-2005). Dal marzo 2016 è Professore Ordinario presso il Dipartimento di Architettura della università di Bologna (settore disciplinare 08/E2, SSD ICAR/19). Linee di ricerca: teoria e storia del restauro; restauro del moderno; impiantistica storica; microclima dell'architettura storica.

Rossella Roversi è Architetto, PhD in Progettazione Architettonica ed Urbana. È inoltre Professoressa a Contratto nel Laboratorio di Costruzioni dell'Architettura ed Assegnista di Ricerca presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna. I principali campi di ricerca sono: rigenerazione urbana; riqualificazione edilizia; strategie di risposta e adattamento ai cambiamenti climatici; transizione energetica e sostenibilità del costruito; gemelli digitali; valorizzazione e accessibilità del Patrimonio Culturale.

Beatrice Turillazzi è Professoressa Associata di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna. Architetto (Università di Firenze) e dottore di ricerca in Riqualificazione e recupero insediativo (La Sapienza Roma). Tra i temi di ricerca approfonditi: i modelli organizzativi nell'edilizia sanitaria, l'accessibilità e la manutenzione in edilizia, le tecnologie innovative e il comportamento energetico dell'edilizia

sanitaria e residenziale, la modellazione BIM degli edifici, la digitalizzazione dell'ambiente costruito, il patrimonio culturale.

Cesare Pizzigatti si è laureato in Ingegneria Edile-Architettura (Laurea Magistrale a Ciclo Unico) presso la Scuola di Ingegneria e Architettura dell'Università di Bologna, con un lavoro di tesi in Chimica e Tecnologia del Restauro e della Conservazione dei Materiali. Ha conseguito il Dottorato in Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali presso l'Università di Bologna, focalizzando il proprio lavoro di ricerca sullo studio di soluzioni per il restauro e la conservazione dei materiali a base cementizia nel patrimonio architettonico del XX secolo.

Jessica Sangalli consegue nel 2017 la laurea triennale in Scienze dei Beni Culturali con indirizzo Conservazione delle Memorie Storiche presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano e nel 2021, presso la stessa istituzione, completa il percorso magistrale in Filologia Moderna con indirizzo Storia e Letteratura Religiosa grazie ad una tesi che sarà il punto di partenza di un progetto di ricerca ancora in corso sui manoscritti medievali dell'abbazia cistercense di Morimondo. Collabora con il museo dell'abbazia da ormai otto anni mettendo al servizio dell'ente competenze e capacità di ricerca accademica, scrittura saggistica, analisi paleografica, esposizione e divulgazione.

Antonio Spagnuolo è assegnista di ricerca presso l'Università di Bologna, nel Dipartimento di Beni Culturali con sede a Ravenna. Ha conseguito il dottorato di ricerca in Studi Ebraici presso l'Ateneo bolognese, in cotutela con l'École Pratique des Hautes Études di Parigi. Per le sue ricerche accademiche ha approfondito il tema delle testimonianze epigrafiche degli ebrei in Italia in relazione alle fonti documentarie interne. Collabora per la catalogazione del patrimonio nazionale con la Fondazione per i Beni Culturali Ebraici in Italia.

Lilli Tanzi, diplomatasi in Restauro, settore PFP 2 (Manufatti dipinti su supporto ligneo o tessile. Manufatti scolpiti in legno. Arredi e strutture lignee. Manufatti in materiali sintetici lavorati, assemblati e/o dipinti), presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna nel 2019. Lavora da allora come restauratrice in Italia e all'estero.

Michele Di Foggia, laureato in Chimica nel 2004, consegue il Dottorato di ricerca in Biotecnologie Mediche nel 2008, proseguendo la sua attività di ricerca nel campo dei biomateriali come assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Biochimica. Dal 2020 è ricercatore a tempo determinato.

Graziella Accorsi, restauratrice, dal 2006 è docente di Tecniche della Doratura, Restauro arredi e strutture lignee e Restauro dei manufatti scolpiti in legno presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, Corso Ciclo Unico in Restauro PFP2.

Alberto Tomer ha conseguito il dottorato di ricerca in Scienze Giuridiche presso l'Università di Bologna ed è attualmente assegnista di ricerca in Diritto canonico e Diritto ecclesiastico presso il Dipartimento di Scienze Giuridiche del medesimo Ateneo.

Donatella Tronca, dopo le lauree in Storia del cristianesimo e Paleografia latina, ha ottenuto il dottorato in Studi sul Patrimonio Culturale. Svolge attività di docenza e ricerca presso il Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna e i suoi principali interessi scientifici includono i testi cristiani tardoantichi e medievali, che analizza da un punto di vista tanto materiale, coinvolgendo la storia della trasmissione manoscritta e delle biblioteche, quanto storico-antropologico, con un'attenzione particolare alla semantica storica.

L'approccio ottimale a un bene culturale dovrebbe sempre tenere in considerazione tre aspetti principali, ovvero la tutela, la valorizzazione e l'attenzione alla fruizione. Per farlo, occorre saper intrecciare studi e azioni che spaziano dalla conservazione al restauro, dalla digitalizzazione alla comunicazione.

Il volume presenta pertanto tredici studi che, riuniti, dimostrano l'esigenza di affrontare l'argomento attraverso una pluralità di esperienze, di metodologie e di professionalità. In esso hanno grande rilievo le riflessioni sulla funzione identitaria dei patrimoni culturali, con particolare riguardo a quelli di interesse religioso, nonché il notevole contributo offerto dalle tecnologie, sia per quanto riguarda le strumentazioni, soprattutto digitali, indispensabili a rendere effettiva la collaborazione tra ricercatori e istituzioni, sia per quanto riguarda il versante conservativo e di restauro.

Ricca di analisi, ricerche e proposte innovative, questa raccolta di saggi non manca di evidenziare la necessità di una maggiore consapevolezza metodologica e di un supporto procedurale e organizzativo a vantaggio delle istituzioni che si occupano di beni culturali, tanto a livello locale quanto a livello internazionale.