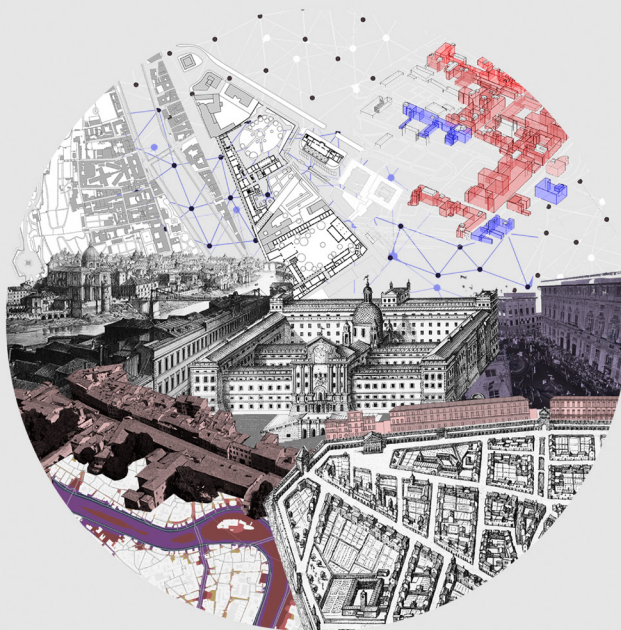


Marco Pretelli
Alessia Zampini

HISTORIC PRESERVATION FOUNDATION CLASSES

Procedure e ontologie per l'interoperabilità nella tutela del patrimonio storico architettonico



ArcHistoR
EXTRA



ArchistoR EXTRA

www.archistor.unirc.it

Historic Presevation Foundation Classes. Procedure e ontologie per l'interoperabilità nella tutela del patrimonio storico architettonico ArchistoR EXTRA 12 (2024)

International Scientific Committee

Maria Dolores Antigüedad del Castillo-Olivares, Monica Butzek, Jean-François Cabestan, Alicia Cámara Muñoz, David Friedman, Alexandre Gady, Jörg Garms, Miles Glenndinning, Mark Wilson Jones, Loughlin Kealy, Paulo Lourenço, David Marshall, Werner Oechslin, José Luis Sancho, Dmitrij O. Švidkovskij

Editorial Board

Tommaso Manfredi (direttore responsabile), Giuseppina Scamardi (direttore editoriale), Antonello Alici, Salvatore Di Liello, Fabrizio Di Marco, Paolo Faccio, Mariacristina Gianbruno, Bruno Mussari, Annunziata Maria Oteri, Francesca Passalacqua, Edoardo Piccoli, Renata Prescia, Nino Sulfaro, Fabio Todesco, Guglielmo Villa

Journal manager

Giuseppina Scamardi

Copyeditor and proof reader

Alessia Zampini

Editor

Nino Sulfaro

Graphic layout

Nino Sulfaro

Layout editor

Martina La Mela

In copertina: elaborazione a cura di Sara Prandini

Il volume è stato sottoposto a double blind peer review

Published by Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria
Laboratorio CROSS - Storia dell'architettura e restauro

La rivista è ospitata presso il Servizio Autonomo per l'Informatica di Ateneo.

ISSN 2384-8898

ISBN 978-88-85479-39-5



università
degli studi
mediterranea
di reggio
calabria



Scopus®



Clarivate
Web of Science™



EBSCO



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 2.0 Generic License

HISTORIC PRESERVATION FOUNDATION CLASSES

Procedure e ontologie per l'interoperabilità nella tutela
del patrimonio storico architettonico

a cura di Marco Pretelli
e Alessia Zampini

INTRODUZIONE

INTRODUCTION

Marco Pretelli, Alessia Zampini, *Introduzione*

6

Marco Pretelli, Alessia Zampini, *Introduction*

PARTE I - AFFRONTARE LA RICERCA. QUESTIONI DI METODO E PRIME APPLICAZIONI

PART I - Approaching Research. Methodological Issues and Initial Applications

Stefano Francesco Musso, *Modellizzazione per la conoscenza e il progetto*

12

Stefano Francesco Musso, *Modeling for knowledge and design*

Donatella Fiorani, Marta Acierno, *Il modello ontologico CPM per l'interoperabilità nel
restauro e la rappresentazione formale della Carta del Rischio*

32

Donatella Fiorani, Marta Acierno, *The CPM Ontological Model for Interoperability in
Restoration and the Formal Representation of Carta del Rischio*

Carla Bartolomucci, Bruno Monardo, *Pericolosità e rischio antropico per il patrimonio
culturale. Contributi alla riflessione interdisciplinare*

71

Carla Bartolomucci, Bruno Monardo, *Danger and anthropic risk for Cultural Heritage.
Contributions to interdisciplinary reflection*

Adalgisa Donatelli, *Spunti e riflessioni per un impiego interoperabile di algoritmi in
sistemi GIS e BIM*

114

Adalgisa Donatelli, *First reasoning for an interoperable application of algorithms in GIS
and BIM systems*

Marco Pretelli, Andrea Ugolini, *Riflessioni sulla modellazione HBIM a scala urbana. Nel cuore del quartiere Santo Stefano a Bologna: l'area del Baraccano* 128

Marco Pretelli, Andrea Ugolini, *Reflections on HBIM Modeling at the Urban Scale. At the Core of Bologna's Santo Stefano District: the Baraccano Area*

Leila Signorelli, Alessia Zampini, *Linguaggi semantici e modelli HBIM: digitalizzazione e interoperabilità di dati per la tutela del patrimonio costruito* 152

Leila Signorelli, Alessia Zampini, *Semantic languages and HBIM models: digitization and interoperability of data for the protection of built heritage*

Maurizio Caperna, Maria Grazia Ercolino, Annarita Martello, *L'area della Lungara a Roma: caratteri, trasformazioni e vulnerabilità del costruito storico attraverso l'applicazione di modelli informatici* 184

Maurizio Caperna, Maria Grazia Ercolino, Annarita Martello, *The urban area of Via della Lungara in Rome: features, transformations and vulnerabilities through the use of digital systems*

Silvia Cutarelli, *L'interoperabilità fra i sistemi BIM e GIS. Quetioni di metodo e prime applicazioni sull'area della Lungara a Roma* 216

Silvia Cutarelli, *Interoperability between BIM and GIS systems. Methodological issues and first applications in the Lungara area of Rome*

Simonetta Acacia, Marta Casanova, *La gestione del processo di conoscenza dalle prime analisi al cantiere. Palazzo Belimbau a Genova* 246

Simonetta Acacia, Marta Casanova, *Management of the knowledge process from the initial analyses to the conservation site. Palazzo Belimbau, Genoa.*

Alessandra Pili, *Gestire la conoscenza: ontologie e strumenti operativi per la conservazione del patrimonio culturale* 262

Alessandra Pili, *Knowledge management: ontologies and practical tools for the preservation of cultural heritage*

PARTE II - ESPERIENZE

PART II - EXPERIENCES

Roberto di Giulio, Giulia Favaretto, Danila Longo, Marco Medici, *Dalla materialità all'immaterialità e viceversa. Il digitale per il patrimonio costruito* 282

Roberto di Giulio, Giulia Favaretto, Danila Longo, Marco Medici, *From Materiality to Immateriality and Vice Versa. Digitisation for Built Heritage*

Achille Felicetti, Franco Niccolucci, *Gemelli digitali e modelli ontologici per la documentazione storico-architettonica digitale* 310

Achille Felicetti, Franco Niccolucci, *Digital twins and ontological models for digital historic architectural documentation*

INTRODUZIONE



INTRODUCTION

Historic Preservation Foundation Classes



a cura di Marco Pretelli
e Alessia Zampini

ArchistoR EXTRA

Introduction

Marco Pretelli, Alessia Zampini (Università di Bologna)

This monographic issue of ArchistoR, developed from the HPFC – Historic Preservation Foundation Classes conference (Bologna, 2023) within the PRIN 2017 research project, examines the opportunities and limitations of HBIM and GIS systems for representing, conserving, and protecting the built heritage. Central to the volume is the theme of interoperability among heterogeneous digital languages. In the context of Italy's ongoing digital transformation of public administration and the progressive adoption of BIM in public procurement, these tools are seen as strategic for informed conservation planning and higher-quality interventions. Their capacity to integrate, manage, and interpolate complex data sets opens new scenarios for preventive conservation, although critical issues remain when technologies conceived for new construction are applied uncritically to historical buildings. The volume is articulated in two parts. The first presents methodological reflections and experimental results by the PRIN 2017 research units of Milan, Genoa, Rome, and Bologna, spanning architectural to urban scales. Topics include modeling and data organization, semantic web ontologies for conservation processes, interoperability between HBIM and GIS, and risk assessment frameworks deriving from the Italian Carta del Rischio. The second part gathers further projects in the HBIM domain that fostered exchange with the PRIN research, including the 4CH Competence Centre and new initiatives toward a Heritage Digital Twin ontology.

Historic Preservation Foundation Classes

Procedure e ontologie per l'interoperabilità nella tutela del patrimonio storico architettonico

www.archistor.unirc.it

ArchistoR EXTRA 12 (2024)

ISSN 2384-8898

Supplemento di ArchistoR 19/2023

ISBN 978-88-85479-39-5

DOI: 10.14633/AHR434



Introduzione

Marco Pretelli, Alessia Zampini

Questo numero monografico di ArchHistoR, costruito sugli esiti del PRIN 2017 HPFC - *Historic Preservation Foundation Classes: Procedures and Ontologies for the interoperability in Historic Preservation*, facendo riferimento a fasi di ricerca operativa concluse nel 2023, si interroga sulle potenzialità e criticità dell'utilizzo di sistemi HBIM e GIS finalizzati alla rappresentazione, conservazione e tutela del patrimonio storico costruito, presentando, in particolare, riflessioni, studi e ricerche attorno al tema dell'interoperabilità tra diversi linguaggi.

Nella cornice del processo di digitalizzazione delle pubbliche amministrazioni, avviato in Italia nel 2005 attraverso il D.L. n. 72 – *Codice dell'Amministrazione Digitale*, la graduale obbligatorietà dell'uso del BIM introdotta dal nuovo Codice degli Appalti con D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 rappresenta infatti una sfida e un tema cruciale verso cui orientare la ricerca per poter gestire in modo cosciente il processo di conservazione e programmazione, aspirando ad una crescente qualità dell'intervento. Come sottolineato dal Documento di indirizzo per la qualità dei progetti di restauro dell'architettura formalizzato dalla *Società Italiana per il Restauro dell'Architettura*¹, una corretta programmazione

1. SIRA, *Documento di indirizzo per la qualità dei progetti di restauro dell'architettura. Ad esito del III Convegno della Società Italiana per il Restauro dell'Architettura Restauro dell'architettura. Per un progetto di qualità, Napoli, 15/16 Giugno 2023*, https://sira-restauroarchitettonico.it/wp-content/uploads/2023/08/SIRA_Documento-di-indirizzo_Versione-1_31072023.pdf (ultimo accesso 10 luglio 2025).

fissa infatti gli obiettivi a lungo termine del progetto di qualità e questi strumenti digitali, data la loro potenziale capacità di mettere a sistema e gestire quantitativi di dati complessi, articolati, eterogenei e permettendo nuove interpolazioni, possono senza dubbio rendere le future scelte sempre più accurate e capaci di disegnare scenari di prevenzione finora semplicemente non immaginabili. Tuttavia, questi strumenti, nati per la gestione della progettazione ex novo, presentano ancora alcune criticità, se applicate al patrimonio storico in modo acritico. Da questi obiettivi muove quanto verrà qui presentato.

Con queste premesse, il volume si divide in due parti: la prima, orientata ad approfondire questioni di metodo e sperimentazioni applicative, raccoglie gli esiti del PRIN 2017 di cui sopra, a cui hanno partecipato le Unità di Ricerca del Politecnico di Milano (responsabile prof. S. Della Torre, che ha svolto anche funzione di Principal Investigator) e dell'Università degli studi di Genova (responsabile prof. S. F. Musso) impegnate in valutazioni sulla scala architettonica, e l'Università di Roma La Sapienza (responsabile prof.ssa Donatella Fiorani) e l'Università di Bologna (responsabile prof. Marco Pretelli) maggiormente concentrate sulla scala urbana. La seconda parte invece lascia spazio ad altri progetti e ricerche con i quali le unità operative hanno avuto modo di confrontarsi proprio in occasione del convegno intitolato *HPFC - Historic Preservation Foundation Classes*, che si è svolto a Bologna il 16-17 gennaio 2023 e considerato come una milestone del progetto stesso.

La prima parte è aperta dal contributo di Stefano Musso il quale, con la disanima dei termini *modello, modellazione e modellizzazione*, chiarisce fin da subito come l'obiettivo del progetto di ricerca sia quello non tanto di sviluppare una rappresentazione digitale di un oggetto specifico, quanto piuttosto la creazione di un modello procedurale e di organizzazione dei dati poi applicabile ad altri campi ed esempi. Una modellizzazione appunto che possa servire da riferimento per future modellazioni euristiche dell'esistente. Per affrontare il tema viene introdotto il caso studio di Palazzo Belimbau, a Genova, adottato per la sperimentazione a scala architettonica dalle unità di Genova e Milano e trattato in dettaglio nel successivo contributo di Marta Casanova e Simonetta Acacia.

Altro tema richiamato in via teorica e preliminare nel contributo è l'importanza delle ontologie e dunque dello sviluppo degli strumenti del web semantico nel processo di trasformazione dei dati in informazioni. Ad affrontare il tema in termini operativi è il contributo di Alessandra Pili, la quale a partire dagli standard IFC e dai modelli concettuali ontologici di riferimento CIDOC CRM e ArCo, giunge alla definizione del modello concettuale del *Piano di Conservazione e Superfici* e alla compilazione delle ontologie relative al processo di conservazione definite *Conservation Process Ontology* (CPO), utilizzando la piattaforma FOSS Protégé.

Centrale, sempre sul tema delle ontologie, il lavoro svolto da Donatella Fiorani e Marta Acierno, il quale, con un ampliamento della visione, dà conto della riflessione teorica in merito all'interoperabilità fra sistemi informativi dedicati alla documentazione e rappresentazione dell'architettura storica alla scala urbana. Astruendo il sistema di entità, attributi e relazioni mereologiche sottese alla Carta del rischio e ai suoi sei modelli schedografici, il contributo illustra come queste siano state trasposte nel modello concettuale libero *Conservation Process Model* (CPM) e poi progressivamente allineate allo standard ad oggi più sviluppato nel campo della conservazione, il CIDOC-CRM.

Combinato a questo aspetto della ricerca, il contributo di Adalgisa Donatelli descrive in maniera puntuale la necessità di un continuo aggiornamento e sviluppo degli algoritmi a supporto dei processi di digitalizzazione del patrimonio e in particolare descrive la formalizzazione degli algoritmi alla base della Carta del Rischio i quali permettono di mettere in relazione vulnerabilità del costruito e fattori di rischio così da determinare il rischio attraverso modelli logici e matematici basati su di un approccio statistico.

Proseguendo alla scala urbana, il progetto si poneva inoltre come obiettivo quello di testare l'interoperabilità tra sistemi HBIM e GIS. Assumendo come riferimento la struttura di dati proposta, ancora una volta, dalla Carta del Rischio, considerata lo strumento schedografico di riferimento per l'analisi del costruito a questa scala, sono dunque stati sviluppati due casi studio, il quartiere della Lungara a Roma e l'area del Baraccano a Bologna. Il quartiere della Lungara, ampiamente descritto nei suoi caratteri, trasformazioni, vulnerabilità nel contributo di Maurizio Caperna, Maria Grazie Ercolino e Annarita Martello, ha visto una prima modellazione in ambiente HBIM grazie all'utilizzo del software Autodesk Revit. A descrivere passo passo le operazioni di impostazione del modello, parametrizzazione delle informazioni e il flusso di lavoro affrontato è il contributo di Silvia Cutarelli, dal quale emerge come siano proprio queste fasi preliminari alla modellazione geometrica in sé, a permettere una trasmigrazione dei dati in ambiente digitale, così da favorire la gestione, implementazione, verifica e aggiornamento delle informazioni imputate, evidenziando quelle che sono le criticità attuali dei sistemi in uso.

Condotta parallelamente e con obiettivi simili è la sperimentazione sull'area del Baraccano. Motivate le ragioni della scelta nel contributo di Andrea Ugolini e Marco Pretelli, è nel contributo di Leila Signorelli e Alessia Zampini che viene descritto il flusso di lavoro adottato in sinergia con quanto sviluppato dall'unità romana, con una attenzione in questo caso allo sviluppo di una applicazione e possibili scenari per la digitalizzazione del processo di acquisizione dei dati richiesti dalle schede di Carta del Rischio ottimizzando la gestione del dato. A questo si aggiunge una comparazione

degli standard IFC, CityGML e della struttura conoscitiva ontologica della Carta del Rischio, volta a sottolineare le mancate corrispondenze tra i diversi linguaggi, responsabili al momento di non rendere lineare la trasmigrazione del dato e dunque l'interoperabilità tra i diversi ambienti selezionati.

Il contributo di Andrea Ugolini e Marco Pretelli apre, inoltre, ad una prospettiva di ricerca futura, ripresa e indagata approfonditamente nel contributo di Carla Bartolomucci e Bruno Monardo, e rapidamente da Signorelli e Zampini, ovvero la possibilità data da questi sistemi di poter integrare nuovi dati nella valutazione del rischio a cui è sottoposto il patrimonio storico costruito, ovvero quegli indicatori, su cui ancora il dibattito è aperto, grazie ai quali sarebbe possibile valutare il rischio antropico, tra cui dati di traffico, inquinamento, intensità d'uso, povertà energetica e altri.

Nella seconda parte del volume trovano invece spazio, come anticipato, ricerche e sperimentazioni condotte nell'ambito del HBIM, dal cui confronto sono nati importanti scambi per lo stesso progetto PRIN. Il contributo di Roberto Di Giulio, Giulia Favaretto, Danila Longo, Marco Medici racconta la sperimentazione in corso per il progetto *4CH | COMPETENCE CENTRE FOR THE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE*, la quale vedrà lo sviluppo un modello HBIM per una importante architettura del Novecento, quale Villa Muggia a Imola, progettata da Piero Bottoni.

Il contributo di Achille Felicetti e Franco Niccolucci presenta infine gli *outcome* di ulteriori progetti di grande interesse quali di nuovo il progetto 4CH, il progetto Ariadne, dedicato al patrimonio archeologico e introduce le sperimentazioni in atto per sviluppare un'ontologia denominata *Heritage Digital Twin* capace di gestire e interconnettere l'ampio spettro di dati che formano il nucleo informativo del gemello digitale di un bene culturale.

Il volume, così strutturato, con un richiamo teorico in ogni contributo al panorama specifico di riferimento, intende dunque sottolineare l'importanza e le opportunità di ricerca in questo settore, cercando di raccogliere esperienze ed esiti di ricerche che, come detto in apertura, non intendono offrire una soluzione puntuale a casi specifici, quanto piuttosto lavorare sulla digitalizzazione e ottimizzazione dei processi in ogni fase, dalla definizione di sistemi conoscitivi-ontologici di riferimento, all'indagine delle vulnerabilità riscontrate allo status quo, all'acquisizione di dati, possibilità di nuove interpolazioni e interpretazioni grazie anche a specifici algoritmi, ma anche opportune parametrizzazioni delle informazioni associate al modello tridimensionale, così da favorire un impatto su altri progetti e con una visione a lungo termine, una sempre più consapevole interpretazione dell'architettura alle diverse scale, delle sue caratteristiche, vulnerabilità ed esposizione a nuovi fattori di rischio, in una visione di conservazione preventiva e programmata che veda un adeguato aggiornamento delle competenze dei professionisti coinvolti.

PARTE I - AFFRONTARE LA RICERCA.
QUESTIONI DI METODO E PRIME APPLICAZIONI



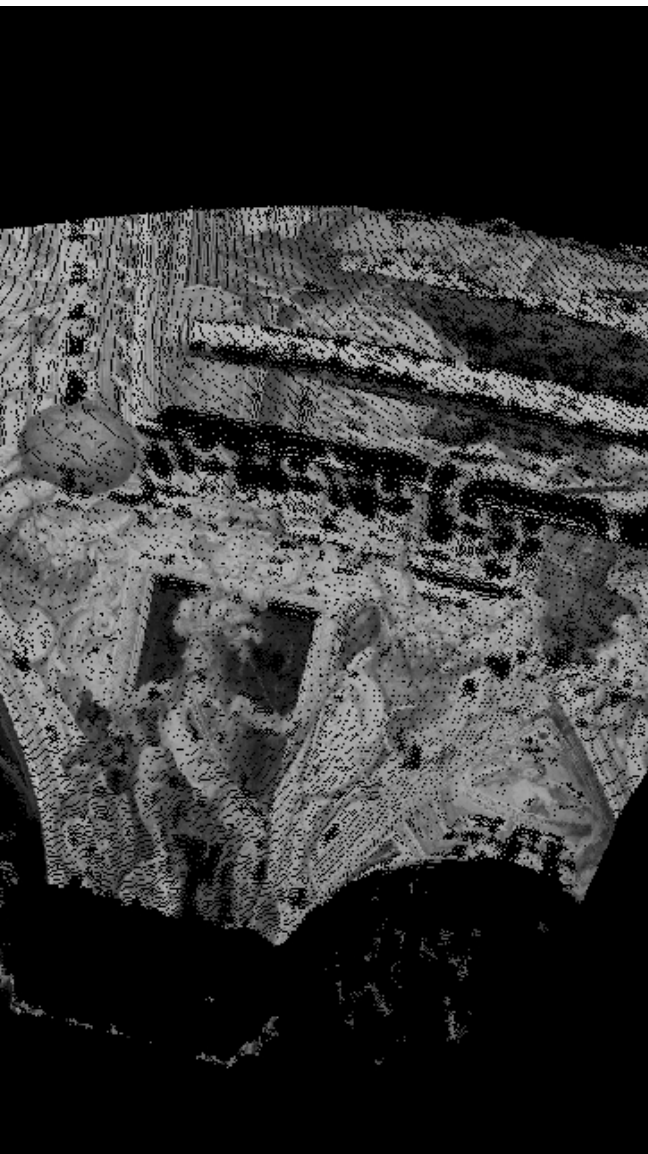
PART I - APPROACHING RESEARCH.
METHODOLOGICAL ISSUES AND INITIAL APPLICATIONS

Historic Preservation Foundation Classes



a cura di Marco Pretelli
e Alessia Zampini

ArchistoR EXTRA



Modeling for knowledge and design

Stefano Francesco Musso (Università degli Studi di Genova)

The contribution first presents the case study of Palazzo Belimbau in Genoa, adopted for the experimentation at an architectural scale of the PRIN-2017 research program "HPFC - Historic Preservation Foundation Classes", by the Research Units of Genoa and the Politecnico di Milano. The introduction will clarify the reasons for its choice, leaving the illustration of the activities conducted on it to other contributions to the magazine. This introduction is followed by a methodological and theoretical part aimed at highlighting some problematic issues met in conducting the field experiments. The mere application of informatics tools, in fact, cannot divert our attention from the ultimate goals of our research actions, to prevent the means from taking precedence over the ends. With reference to the extensive existing literature on the use of BIM, H-BIM, or GIS technologies for the management of historical buildings, the contribution therefore addresses some apparently terminological issues, but which are not like this. At the centre of attention are the recurring, or still-debated, meanings of terms such as model, modelling, knowledge, information and data, ontologies, taxonomies, glossaries, thesauri, and related terms. This aims to outline a rigorous and critical framework for the continuation of the research activities within the tendential opposition between "Holism" and "Reductionism" as a recurrent and fundamental mental and operational attitude.

Historic Preservation Foundation Classes

Procedure e ontologie per l'interoperabilità nella tutela del patrimonio storico architettonico

www.archistor.unirc.it

ArchistoR EXTRA 12 (2024)

ISSN 2384-8898

Supplemento di ArchistoR 19/2023

ISBN 978-88-85479-39-5

DOI: 10.14633/AHR435



Modellizzazione per la conoscenza e il progetto

Stefano Francesco Musso

La storia di Palazzo Belimbau, già De Ferrari, poi Chiavari, Cambiaso, Negrotto Cambiaso e infine Cohen, si inserisce nella profonda trasformazione di una porzione della Genova medievale, verso ponente, realizzata tra la metà del '500 e la metà del '600 (fig. 1). L'edificio è un esempio emblematico della volontà di trasformare quella parte periferica della città costruendo nuovi palazzi che celebrassero il potere della nobiltà. La zona denominata del Guastato fu così trasformata in zona centrale e nevralgica a raccordo tra i nuovi monumentali assi viari di Strada Nuova (1550-1575) e di Strada Balbi (1606-1620) che costituiscono il perno della Genova rinascimentale e barocca¹.

Il palazzo è il risultato di accorpamenti e trasformazioni di edifici preesistenti di origine medievale² e ha conosciuto un'evoluzione assai complessa, non ancora completamente ricostruita. Le fonti documentarie, scritte e iconografiche edite non sono sufficienti a comprendere compiutamente le vicende che ne hanno segnato la storia a partire almeno dal XVI secolo³. Le ricerche condotte negli anni precedenti il programma di ricerca PRIN di cui si presentano gli esiti intermedi, tuttavia, hanno almeno chiarito le principali fasi modificative, i passaggi di proprietà e alcuni eventi che hanno

1. Vedi: DI BIASE 1993; GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1975.

2. Vedi GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1986.

3. POLEGGI 2004, pp. 134-139.

portato al suo assetto attuale. Anche per queste ragioni, il palazzo è stato scelto come caso studio dalla unità di ricerca di Genova e Milano che hanno lavorato a scala architettonica.

Palazzo Belimbau, inoltre, conserva uno dei più importanti cicli pittorici di decorazione murale dell'inizio del XVII secolo a Genova, commissionato al pittore Lazzaro Tavarone dall'allora proprietario Francesco De Ferrari, nel secondo decennio del Seicento. Lazzaro Tavarone decorò le volte dell'atrio di ingresso, dove il soggetto principale è "L'incontro di Antonio e Cleopatra", di un ambiente del piano rialzato, del vano scala monumentale (ampiamente rimaneggiato nel corso dei secoli), della loggia di accesso e del salone del piano nobile. Nella volta di questo vasto ambiente è in particolare celebrato Cristoforo Colombo di ritorno dalle Americhe, inginocchiato di fronte ai Reali di Spagna, con finte architetture e sfondati con vedute paesistiche alle pareti⁴. Anche la presenza di questi affreschi è stata ragione di scelta del palazzo nel programma PRIN, perché le parti decorate e le necessità del loro restauro offrono ulteriori elementi e dati che aumentano la complessità del modello che si intendeva costruire per la gestione delle fasi conoscitive, progettuali, di cantiere e, in prospettiva, di gestione del palazzo.

L'edificio, peraltro, era e ancora in parte è in uno stato manutentivo piuttosto precario, fin da quando l'ultimo proprietario lo donò all'Università di Genova, a fine secolo scorso. Per questo, negli anni passati è stato sottoposto a un'indagine diagnostica sulla consistenza fisica e sullo stato di conservazione, oltre che a verifiche statiche sulle strutture di orizzontamento del primo ammezzato, del secondo piano nobile, del secondo ammezzato e del terzo piano. Nel 2004, in occasione dell'Anno Europeo della Cultura, erano poi state restaurate le facciate nord, ovest e parte di quella a sud. Nel corso del 2006 e del 2007, inoltre, sono stati realizzati importanti lavori di manutenzione straordinaria delle coperture (modificate nel secondo dopoguerra con l'inserimento di elementi metallici) e sulle loro antiche strutture lignee superstiti. Dal 2009, in seguito alla stipula di un accordo tra l'Ateneo e l'allora Dipartimento di Scienze per l'Architettura, sono poi stati avviati nuovi rilievi e studi tra cui: ricerche archivistiche e documentarie, l'aggiornamento dei rilievi parziali esistenti, con metodi topografici, di fotogrammetria digitale rigorosa, scansioni laser scanner e sistemi di "*structure from motion*", anche con il coinvolgimento degli allievi della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio. È stata eseguita una generale analisi della consistenza e dello stato di conservazione degli ambienti interni, del sistema degli infissi, la quantificazione degli spazi utilizzabili e sono state predisposte linee guida per i successivi progetti di restauro conservativo degli ambienti a carattere monumentale, in accordo con la competente Soprintendenza. L'insieme di queste analisi ha messo

4. Vedi, per il ciclo pittorico: MAGNANI 2014; MAGNANI 2015, pp. 22-23.

a disposizione dell'Università un quadro conoscitivo utile per ulteriori campagne di studio e per la formulazione di ipotesi progettuali di restauro, risanamento conservativo e utilizzo dell'edificio. Il progetto definitivo, approvato dalla Soprintendenza, in una prima fase è stato limitato agli apparati decorativi dell'atrio ed è stato basato sul principio del "minimo intervento", per salvaguardare il più possibile la materia storicamente stratificata e tutelare l'autenticità e l'integrità delle superfici dipinte e dei loro supporti (figg. 2-3).

Le ragioni della scelta

Palazzo Belimbau, brevemente descritto, è stato scelto come caso studio per molte ragioni di seguito esposte. Il palazzo è importante per la storia di Genova e delle sue trasformazioni urbane, oltre che per quella dell'architettura. Esso è rilevante anche per la storia del costruire, conservando un'ampia serie di materiali, tecniche esecutive, lavorazioni e soluzioni strutturali proprie della tradizione genovese e ligure. La presenza, poi, del ciclo di affreschi di Lazzaro Tavarone fa del palazzo un'importante testimonianza della storia della decorazione murale non solo locale. Infine, le molte trasformazioni occorse nel corso dei secoli, per adeguare gli ambienti interni e la loro distribuzione a nuove esigenze e a nuovi gusti, fanno del palazzo una sorta di sintesi anche di storia dell'abitare.

Su tutti questi aspetti, esistono molte ricerche sviluppate da più di dieci anni dall'Università di Genova⁵, con l'accumulo progressivo di informazioni e dati di diversa natura, consistenza e dettaglio, relativi a:

- la storia dell'edificio e della parte urbana in cui sorge (letteratura edita, fonti iconografiche, documentarie, edite e inedite, derivanti anche da nuove indagini archivistiche);
- la sua configurazione architettonica (rilievi longimetrici, topografici, in fotogrammetria digitale rigorosa, laser scanner, «*structure from motion*»);
- la sua consistenza fisica (materiali, tecniche costruttive, soluzioni strutturali, interventi pregressi sul sistema degli spazi e sulle strutture);
- gli apparati decorativi e di finitura (analisi stilistica e storico-artistica, analisi delle tecniche esecutive e dei materiali, con particolare riferimento ai pigmenti delle decorazioni dipinte e degli stucchi);
- le condizioni di conservazione e i fenomeni di degrado, in atto o pregressi;

5. Vedi, per una sintesi degli studi condotti dall'Università di Genova su Palazzo Belimbau nel corso degli anni, CASANOVA, MUSSO 2022, pp. 16-23.

- la stabilità del manufatto e i fenomeni di dissesto, in evoluzione o cessati;
- le analisi di carattere archeologico, archeometrico e stratigrafico.

Documentazione e gestione delle informazioni

Quando ancora non si parlava di BIM o di modellizzazione, sin dalle prime fasi di studio e di analisi del Palazzo, era stato fortunatamente predisposto un database relazionale, collegato a un GIS, per archiviare, geo-localizzare e porre in relazione tra loro le informazioni tratte dalle ricerche bibliografiche, archivistiche, la documentazione fotografica (attuale e storica) e le informazioni derivanti dalle analisi dirette e di laboratorio. Quello strumento è tornato utile anche perché il programma PRIN 2017 non pone al centro un unico modello BIM o HBIM cui agganciare tutte le informazioni necessarie a gestire le fasi di conoscenza, progettazione, restauro e gestione del bene. Tale impostazione iniziale, infatti, è stata superata, sulla scorta degli esiti del programma PRIN 2011⁶, per la difficoltà di costruire un modello sufficientemente raffinato e in grado di rispettare la complessità del patrimonio costruito storico e le esigenze del suo restauro. Ciò, sia per ragioni tecniche legate ai software commerciali disponibili, nati per la nuova costruzione e basati su librerie di elementi standardizzati, lontani dalla infinita variabilità di quelli dell'edificato storico, sia per questioni economiche e di disponibilità di risorse temporali e umane. Un unico modello BIM, per rispettare le esigenze sinteticamente richiamate al paragrafo precedente, inoltre, avrebbe un peso, una dimensione e una complessità di gestione tale da pregiudicarne efficacia ed utilità. Per queste ragioni, l'intento del nuovo programma di ricerca è stato quello di costruire e porre al centro del sistema diverse banche dati interoperabili cui collegare più modelli, con differenti livelli di dettaglio (LOD), adeguati alle specifiche esigenze di gestione delle fasi di conoscenza e dei relativi materiali documentari.

Le maggiori difficoltà in questa prospettiva, infatti, sono legate alla necessità di:

- gestire una notevole quantità di informazioni, di diversa origine e natura, implementabili e mutevoli nel tempo, senza ignorare o modificare la loro specificità;

6. Vedi PRIN 2010/11: "Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente – Built Heritage Information Modelling/Management – BIHMM" – PI prof. Stefano Della Torre – Politecnico di Milano, Università Sapienza di Roma, Università di Genova (resp. Sc. S. F. Musso) e Cagliari, Politecnico di Torino; Musso 2017, pp. 40-56.

- abbinare le diverse tipologie di informazioni, riferirle alla loro esatta collocazione entro il complesso e registrare le variazioni che il progetto e il cantiere inducono su di esse, mantenendone memoria per consentire la ricostruzione futura di quanto avvenuto;
- rendere tali informazioni riutilizzabili nei processi decisionali, aperti e non determinabili a priori;
- organizzare gli interventi di conservazione preventiva e programmata necessari, una volta ultimati gli interventi.

In sintesi, lo strumento o sistema che si è cercato di realizzare, tende a:

- ridurre la durata e il costo degli interventi necessari durante il ciclo di vita del complesso;
- ridurre i rischi e minimizzare gli imprevisti inerenti i progetti di restauro e la gestione del manufatto;
- evitare eccessivi e insostenibili margini di discrezionalità nell'assunzione delle scelte necessarie in fase di pianificazione e progettazione, attraverso il loro controllo durante l'iter amministrativo e i contatti con le autorità preposte alla loro approvazione.

L'ipotesi è che il modello, o sistema, costruito e sperimentato sul caso studio di Palazzo Belimbau possa servire come riferimento per future applicazioni ad altri edifici.

In questa prospettiva, il carattere interdisciplinare e la struttura del programma di ricerca sono stati di grande aiuto anche per neutralizzare i rischi connessi a qualsiasi tentativo di rappresentazione dell'"edificio reale" attraverso un modello virtuale esclusivamente visivo ed eccessivamente semplificato, soprattutto se basato su premesse e requisiti parametrici e standardizzati. Ogni indebito automatismo, infatti, deve essere evitato fin dalla raccolta delle informazioni e ancor più nelle fasi decisionali, per non perdere o negare le specificità irriproducibili di qualsiasi manufatto storico. Per questo, sono ancora in corso alcune attività volte a formulare una prima versione di standard "IFC - Industry Foundation Classes" dedicate al patrimonio storico architettonico, partendo dalle ontologie e dai lessici tecnici disponibili, come altri contributi alla rivista chiariscono.

Prima di entrare nel dettaglio di tali attività, tuttavia, è necessario tornare sui significati di alcuni termini che usiamo comunemente, dando per universalmente acclarato il loro significato, per poi scoprire che tale non è, anche perché talvolta intendiamo con le stesse parole cose diverse, o con parole diverse le medesime cose. Ciò, detto per inciso, costituisce un primo e fondamentale esempio

di quanto sia difficile garantire la piena “interoperabilità” anzitutto tra i molti soggetti coinvolti nella progettazione, costruzione e utilizzo di uno strumento innovativo per la gestione dei processi di restauro del patrimonio costruito storico. Per gestire i dati e le informazioni ad essi necessari, tenendo conto della loro variabilità nel tempo, è importante disporre di procedure, processi, modelli e strumenti che presuppongono competenze e abilità di varia natura e complessità. Per questo, è utile riflettere sui significati di alcuni termini ricorrenti nei nostri discorsi e nelle nostre attività di ricerca.

Modello

Spesso parliamo di modelli e di modellazione o modellizzazione con una qualche confusione o aleatorietà di significati. Su tali questioni, apparentemente solo terminologiche, dovremmo provare a fare chiarezza. Per questo è utile partire dalle definizioni dei dizionari e delle enciclopedie, non illudendoci che ciò risolva le questioni in campo, ma perché esse, per la loro natura di opere frutto di sforzi collettivi, possono offrire un punto di riferimento controllato, anche se mai neutrale o universale, essendo pur sempre opere umane. Il primo termine o concetto da prendere in considerazione è quindi quello di “modello”.

Secondo l’Enciclopedia Treccani online:

«[...] Nel linguaggio scientifico, il termine viene riferito a un’ampia classe di ipotesi e costruzioni complesse e articolate, ideali o rappresentate materialmente, di origine anche intuitiva e creativa, proprie di una determinata scienza o specializzazione ma tali da poter essere estese ad altri campi (di validità all’inizio provvisoria ma sempre meglio adeguate all’esperienza attraverso successive verifiche e modificazioni), con cui viene rappresentato tutto o in parte l’oggetto di una ricerca che si propone di organizzare dati e conoscenze, ma anche di sperimentare ulteriormente, per poi interpretare, spiegare, generalizzare, confrontare ed esemplificare didatticamente»⁷.

Il modello che la ricerca PRIN 2017 ha teso a costruire, quindi, rientra in questa definizione di carattere affatto generale. Salvo chiarire subito che il modello non è certo solo la rappresentazione in tre dimensioni del manufatto scelto come caso studio ma qualcosa di più complesso, perché volto a conseguire gli obiettivi che la definizione appena citata evidenzia nella sua ultima parte. Essa, peraltro, continua affermando che: «Nella forma più semplice, [il modello, n.d.r.] può essere un

7. Voce “*Modello*”, in «Enciclopedia Treccani» on line: <https://www.treccani.it/vocabolario/modello> (ultimo accesso 11 dicembre 2023).

elemento, o ente, scelto in una serie o classe di enti o elementi, per servire quale rappresentante o tipo fondamentale dell'intera classe o serie, come, per es., nelle scienze classificatorie».

Il sistema che il programma PRIN ha cercato di realizzare sembra riflettere questa ultima specificazione, anche perché la definizione dell'Enciclopedia Treccani continua sostenendo che «Più in generale [il modello n.d.r.] consiste nella visualizzazione di enti non altrimenti rappresentabili, nella loro riduzione a una descrizione empirica, nella simulazione delle caratteristiche logico-strutturali di un oggetto di ricerca mediante l'istituzione di isomorfismi o analogie [...]». Molte delle informazioni, dei dati, dei processi, delle azioni, delle qualità e quantità che il modello in costruzione dovrà gestire rientrano, infatti, in questa ultima fattispecie, perché non altrimenti rappresentabili.

Modellazione – Modellizzazione

Il termine modello rimanda poi, inevitabilmente, alle attività di “Modellazione” o di “Modellizzazione”. Per l'Enciclopedia Treccani, il termine modellizzazione è un «derivato di modello, attraverso un poco comune modellizzare "assumere come modello"»⁸ e «Nel linguaggio scientifico, [l'espressione indica, n.d.r.] il fatto di scegliere, di istituire come modello (nelle accezioni definite al n. 6 di questo termine)», come riportato negli estratti precedenti. In molta letteratura e nei nostri stessi discorsi, tuttavia, all'espressione “modellizzazione” si affianca spesso, o talvolta si sostituisce, l'espressione “modellazione”. Esse sembrerebbero sinonimi intercambiabili senza alcuna conseguenza, ma forse così non è o non dovrebbe essere.

Sul sito web ufficiale dell'Accademia della Crusca, massima istituzione di tutela della lingua italiana, compare una risposta «ad alcuni nostri lettori [che, n.d.r.] ci chiedono un parere sui termini che indicano l'azione del formulare un modello scientifico: quale tra le due forme è da preferire, modellare o modellizzare?»⁹. La risposta, a cura di Simona Cresti della Redazione Consulenza linguistica dell'Accademia, chiarisce inizialmente che «Data la varietà degli impieghi, intendiamo qui modello nel senso più generale possibile, come rappresentazione matematica, fisica o linguistica che si offre della struttura di un fenomeno complesso al fine di comprenderlo, descriverlo e prevederne meglio gli effetti». La risposta continua affermando che «Tale rappresentazione, spesso astratta, si ottiene usando 'enti di natura diversa ma con proprietà affini ai fenomeni stessi' [...] e ha tendenzialmente

8. Voce “Modellizzazione”, in «Enciclopedia Treccani» on line - <https://www.treccani.it/vocabolario/modellizzazione/>, (ultimo accesso 11 dicembre 2023).

9. Vedi CRESTI N.D.

carattere ipotetico ed euristico». In questa prospettiva, quindi, prevalgono gli aspetti di astrazione, scientifici e linguistici del modello, quale costruzione ipotetica ed euristica, ossia mezzo di ricerca. Passando dal sostantivo “modello” al verbo che indica l’azione o il processo che lo produce, la risposta dell’Accademia della Crusca sottolinea, poi, che

«Modellare, nel parlare quotidiano non specialistico, nomina [...] diverse attività: i significati che i dizionari normalmente gli attribuiscono sono 1) ‘lavorare una sostanza plasmabile’ [...]; 2) ‘sagomare secondo un modello, elaborare ispirandosi a un ‘modello’ [...]’. Tuttavia, il verbo modellare ha acquisito [...] anche il significato tecnico del ‘formulare un modello scientifico’».

La coesistenza di queste due diverse accezioni può, quindi, creare una certa confusione, come effettivamente accade leggendo molte pubblicazioni o rapporti di ricerca, anche nel nostro campo. La confusione può aumentare se, come talvolta avviene, anziché il verbo “modellare”, si utilizza “modellizzare” che, secondo l’Accademia «[...] invece è un verbo di formazione recente che sembra rispondere all’esigenza di differenziare il modellare specialistico da quello quotidiano». Alla luce di questo chiarimento, si dovrebbe quindi utilizzare questo secondo verbo per descrivere i processi ipotizzati, costruiti e sperimentati nel corso della ricerca PRIN, tenuto conto che

«[...] quella del modellare appare principalmente come un’attività di rappresentazione e riproduzione, e si avvicina semmai all’idea del rifare a partire da uno schema o da un modello (tipica piuttosto degli ambiti artistico-architettonici), difettando invece del carattere specificamente ipotetico e euristico del modellare delle scienze».

Sembrerebbe così risolto il dilemma, ma l’Accademia avverte che, in realtà,

«[...] La stessa perplessità riguardante l’ambiguità di modellare [...] può essere sollevata anche per modellizzare: entrambi i verbi, così come i corrispondenti sostantivi modellazione e modellizzazione, si usano anche in un differente senso tecnico-specialistico, per cui indicano l’attività di creazione di un oggetto tridimensionale con specifici programmi di progettazione informatica».

È il caso del BIM, anche se il solo modello tridimensionale non esaurisce né le sue potenzialità né i suoi scopi e utilizzi. D’altra parte, la risposta dell’Accademia della Crusca conclude affermando che «[...] importante, ai fini della comunicazione scientifica, è il mantenimento dell’univocità espressiva [che, n.d.r.] non si ottiene esclusivamente attraverso scelte lessicali [e che, n.d.r.] nei fatti: i contesti in cui i termini [...] ricorrono, caratterizzati da alto specialismo, sono di per sé disambiguanti».

Tassonomie - Tesauri – Glossari

Nel programma PRIN 2017, come accennato, l'attenzione si è spostata dal BIM unico e generale del caso studio alla costruzione di banche dati relazionali e interoperabili contenenti le informazioni e i dati relativi all'oggetto della modellizzazione, cui collegare diversi modelli BIM specifici e parziali. Ci si muove sempre, quindi, nell'ambito dei processi di modellizzazione della conoscenza e dei processi progettuali, realizzativi e gestionali. Il problema della modellizzazione, peraltro, è strettamente legato alla possibilità di classificare, nominare e ordinare gli elementi o enti che compongono l'oggetto, o gli oggetti e le realtà che si intendono modellizzare. In questo senso, sono essenziali le tassonomie, i tesauri e in parte i glossari che fissano la semantica necessaria al processo, ossia i significati dei termini linguistici utilizzati. Per arricchire e rendere utilizzabile la semantica, tuttavia, si deve passare a modelli concettuali e a teorie logiche. In generale, alla luce dei precedenti chiarimenti, un modello concettuale si riferisce sempre a una particolare area di conoscenza o di attività, chiamata dominio. Il modello rappresenta, quindi, le entità del dominio, le relazioni che intercorrono fra queste, espresse sotto forma di attributi (proprietà) delle entità e i valori che questi attributi possono avere. Inoltre, è possibile individuare specifiche regole che riguardano le classi, gli attributi e le loro relazioni, arrivando in tal modo alle ontologie propriamente dette.

Ontologie e web-semantico

Un'ontologia, secondo le definizioni più diffuse e accettate, è una descrizione formale ed esplicita di un determinato dominio di interesse. È e deve essere formale, ossia simbolica e meccanizzabile (automatizzabile, digitalizzabile) ed esplicita, ossia comprendere elenchi estensionali di frammenti di conoscenza. Infine, un'ontologia è di dominio perché è ristretta a un determinato sottoinsieme dello scibile e dell'operabile, affrontato da uno specifico punto di vista. Nel caso affrontato dalla unità di ricerca PRIN di Genova, il dominio è costituito da un edificio storico, con la sua storia, i suoi elementi e strutture, ma anche il suo stato di conservazione o i progetti che lo investono e la loro realizzazione. Un'ontologia, in definitiva, è una descrizione in quanto è una forma di rappresentazione della conoscenza. Anche un modello BIM presuppone l'esistenza di classificazioni di parti, elementi, proprietà, attributi e relazioni, all'interno dell'edificio da modellizzare, ma non si configura come un reale e compiuto sistema di ontologie e, soprattutto, fa attualmente riferimento a sistemi chiusi, standardizzati e preordinati di elementi, visti i software commerciali disponibili per realizzarlo. Per questa ragione, spostare l'attenzione verso le ontologie costituisce un cambio di

prospettiva importante che consentirebbe di costruire un modello aperto alle infinite variabilità che caratterizzano un edificio storico, la sua conoscenza e anche il progetto per il suo restauro e la sua successiva gestione. In questa direzione, spinge anche lo sviluppo del cosiddetto web-semantic, da cui possiamo trarre ulteriori spunti di riflessione per indirizzare la nostra attività di ricerca e di modellizzazione in modi aggiornati ed efficaci.

Un documento del Consiglio Nazionale delle Ricerche¹⁰, firmato da Giovanni Canfora, Daniela Di Fatta, Giovanni Pilato, afferma che «Attualmente, Internet si presenta come un enorme contenitore di dati di vario genere, in cui le informazioni sono espresse senza fornire indicazioni sui loro significati, il che ne impedisce un'interpretazione automatica e rende imprescindibile l'apporto umano». Per ovviare a questa situazione di disordine e di potenziale inefficacia di quanto la rete potrebbe, invece, contribuire all'incremento della conoscenza e delle attività umane, gli autori affermano che: «Il Web Semantic, mediante una serie di linguaggi, si prefigge di attribuire un significato alle informazioni, in modo da permettere la realizzazione di applicazioni automatiche, che possano interpretare i dati»¹¹. Sappiamo, tuttavia, che le relazioni tra informazioni e dati non sono semplici né lineari, univoche o determinate e che, inoltre, le informazioni debbono essere interpretate per divenire dati e che questi ultimi, di conseguenza, non sono per nulla "dati", ossia semplicemente consegnati come certi, fissi e indubitabili a chi li dovrà utilizzare. Non casualmente, per gli autori del documento «Un ruolo fondamentale, in tale contesto, è svolto dalle ontologie che permettono di rappresentare i significati dei dati di una determinata area di conoscenza, identificando le proprietà e le relazioni esistenti fra loro». Sulle ontologie, in particolare, hanno lavorato a scala urbana le unità di ricerca PRIN di Roma e Bologna, come si desume da altri saggi della rivista a cui si rimanda. Le unità di Milano e Genova, come anticipato, hanno invece lavorato a livello architettonico e sondando le possibilità di realizzare alcuni prototipi delle cosiddette "IFC" per il Patrimonio culturale costruito, comunque strettamente connesse con il mondo delle ontologie.

Industry Foundation Classes (IFC)

Una "IFC", in senso generale, è concepita e costruita per descrivere dati di diversa natura relativi all'edilizia e sull'industria delle costruzioni. Ogni IFC deve essere, per definizione, specifica del formato di file aperto e neutrale, rispetto alla piattaforma in cui è inserita. Per questo, essa si presenta

10. Vedi CANFORA, DI FATTA, PILATO 2004.

11. Vedi per quanto riguarda il web-semantic, anche SADEGHINEKO, KUMAR 2021.

come un formato di file basato su oggetti e destinato a facilitare l'interoperabilità tra banche dati nel settore dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni (AEC). L'IFC è, quindi, la definizione di un formato standard per descrivere un Building Information Model, perché intende facilitare la collaborazione e l'interazione tra informazioni e operatori diversi coinvolti nel processo di redazione del progetto e di gestione del cantiere e della vita successiva del bene costruito. Le IFC rispondono a uno standard internazionale ufficiale denominato ISO 16739-1:2018, Gestito da BuildingSmart. Una IFC definisce, a tal fine, come dovrebbero essere le informazioni necessarie al processo edilizio e come dovrebbero essere forniti/archiviati i dati relativi di tutte le fasi del ciclo di vita di un progetto di nuova costruzione e, in prospettiva, anche di intervento su edifici esistenti. Una IFC riguarda, in sostanza, le proprietà del singolo oggetto e l'insieme di più IFC dovrebbe coprire tutte le proprietà di tutti gli oggetti (parti, componenti, elementi) coinvolti in un progetto edilizio e architettonico. Ciascuna IFC, peraltro, può contenere/riguardare "pochissime informazioni" o il "tutto", dipendentemente dal grado di affinamento, approfondimento e complessità del processo affrontato, sempre aggiornabili all'interno del BIM. La ricerca PRIN 2017 ha inteso esplorare la possibilità di creare alcune specifiche IFC in relazione a Palazzo Belimbau, con particolare riguardo alla volta dell'atrio monumentale e alle sue decorazioni, sia dal punto di vista conoscitivo sia in ambito progettuale e di cantiere, oltre che al sistema degli infissi storici e al loro recupero.

Riduzionismo e Olismo

In questo percorso, come in ogni ricerca, tuttavia, occorre fare i conti con due apparentemente opposte linee di pensiero e di azione. In ogni tentativo di comprendere e governare l'insieme delle informazioni e dei dati necessari in ogni fase di un processo di intervento sull'esistente, infatti, sembrano affrontarsi modi di concepire la sua analisi riconducibili a due visioni filosofiche ed epistemologiche alternative: una di natura riduzionista e l'altra di fondamento olistico. Riduzionismo e olismo non possono certo essere assunti in modo netto come radicalmente alterativi di pensare e agire. Occorre, però, essere consapevoli che, anche se in modi non espliciti, essi condizionano e/o dirigono il nostro pensare e operare. Non si tratta di assumere uno solo dei due orizzonti come esclusivo ma, più propriamente, di governarne premesse ed esiti all'interno del percorso di ricerca, onde evitare indebite forzature o improprie semplificazioni.

Per l'Enciclopedia Treccani online, Il Riduzionismo costituisce una

«[...] concezione epistemologica che tende a formulare concetti e linguaggio di una teoria scientifica nei termini di un'altra teoria considerata più fondamentale. Nel 20° sec. particolare attenzione al r. è stata rivolta dalla filosofia della

scienza di orientamento neopositivistico che [...] lo ha concepito nella forma di una riduzione di una teoria a un'altra considerata più comprensiva»¹².

A questa definizione di carattere generale, si può affiancare l'osservazione per cui un atteggiamento di tipo riduzionista, riguardo ai processi e ai meccanismi della conoscenza, si fonda sulla convinzione che un fenomeno o un oggetto complesso possa essere compreso solo attraverso la sua riduzione in parti e componenti elementari e dominabili. In fondo, quindi, ogni tassonomia e ogni ontologia fa appello, almeno in parte, a un atteggiamento di tale natura.

Ad esso sembra opporsi radicalmente ogni concezione di tipo olistico. Sempre per l'Enciclopedia Treccani, l'Olismo rappresenta una «Tesi secondo cui il tutto è più della somma delle parti di cui è composto. Questo principio generale è stato variamente articolato in diverse discipline»¹³. Ciò, in coerenza con la radice etimologica del termine, derivato dal greco ὅλος con il significato di "tutto, intero, totale". In questa visione, un fenomeno o un oggetto complesso debbono essere compresi nella loro totalità, con atto sintetico e unitario, evitando di ridurlo o smembrarlo in parti o elementi componenti più semplici. In questo senso, però, le forme di analisi e diagnosi applicabili allo studio di un edificio esistente, ricorrendo spesso a tassonomie, glossari e a varie forme di anatomizzazione, sembrano piuttosto fare appello a una concezione di tipo riduzionista. Così sembra avvenire anche nella costruzione di un suo modello digitale. Ma l'edificio è ben più che semplice somma di materiali, elementi e componenti elementari o di base. Contano, almeno altrettanto se non di più, le complesse relazioni non solo fisiche tra di essi, istituite all'atto della concezione, della progettazione e della costruzione, variamente modificate nel corso della storia successiva del manufatto. Il valore dell'intero, pertanto, è maggiore della somma dei valori delle singole parti. La comprensione di questa particolare natura dell'edificio richiede, dunque, l'adozione di un atteggiamento di natura olistica. Tutto ciò rende difficile la costruzione di modelli affidabili ed efficaci, che non disperdano o riducano la complessità dei manufatti architettonici a semplici librerie di oggetti standardizzati o a serie di relazioni semplificate tra essi, ma ne mantengano la ricchezza e la complessità.

12. Voce "*Riduzionismo*", in «Enciclopedia Treccani online», <https://www.treccani.it/enciclopedia/riduzionismo>, (ultimo accesso 12 dicembre 2023).

13. Voce "*Olismo*", in «Enciclopedia Treccani online», <https://www.treccani.it/enciclopedia/olismo> (ultimo accesso 12 dicembre 2023).

Il fantasma dei dati (il fantasma dei fatti)

Come accennato, l'attenzione della ricerca, dal primo programma PRIN del 2011 a questa nuova fase, si è spostata dal modello BIM (o HBIM)¹⁴ generale, in grado di governare tutto il processo di conoscenza, progettazione, cantierizzazione e gestione del bene architettonico, a un modello più agile e leggero. Al suo centro dovrebbero esservi, per accordo generale tra i ricercatori e sulla scorta della più recente letteratura e sperimentazione in materia, una o più “banche dati” tematiche e settoriali, eventualmente integrate con sistemi GIS, tra loro altamente interoperabili. Ad esse, si potrebbero riferire diversi modelli BIM (o HBIM), dedicati e settoriali, tendenzialmente meno pesanti e più facilmente gestibili in relazione alle richieste ed esigenze del processo. Se si deve valutare il comportamento energetico di un edificio, ad esempio, con il ricorso ai software certificati disponibili, non importa inserire nel modello l'esatta geometria di una volta, con le sue eventuali deformazioni e discontinuità come derivante, ad esempio, da un rilievo laser scanner di alta precisione. All'opposto, per la valutazione della stabilità o dello stato di conservazione della volta, un tale tipo di rilievo è essenziale e deve essere inserito nel modello, cosa per nulla automatica e di semplice attuazione.

Tuttavia, anche nel nuovo percorso non mancano difficoltà e trappole. Anzitutto, si è detto che, se le banche dati sono più di una, occorre che esse siano interoperabili e ciò costituisce un problema. I software comunemente utilizzati, infatti, sono di natura commerciale, coperti da diritti e solo in minima parte adattabili. Per questo, la ricerca spinge verso un sempre più diffuso utilizzo di software open-source. La quantità e qualità di standard internazionali in questo senso aiuta, ma non facilita il compito. Le stesse “IFC” sono tuttora “a pagamento” e la sfida, quindi, è quella di andare verso una programmazione libera da diritti e royalties, agendo sulle ontologie e seguendo un percorso che appare ancora lungo e complesso. A questa sfida, peraltro, intende almeno in parte rispondere il programma PRIN qui presentato, pur consapevoli delle sue difficoltà.

Il secondo problema è che i “dati” non sono affatto dati, ossia immediatamente disponibili alla semplice raccolta e catalogazione, quasi fossero fissi, oggettivi o oggettivabili. Anzitutto, servono le informazioni. Occorre poi chiarire cosa sia reale e utile informazione, come raccoglierla e poi come interpretarla affinché possa divenire un “dato” per il modello che si intende costruire. In questo senso, occorre evitare ciò che successe nella storiografia positivista ottocentesca ai suoi albori. Per superare il mito o la cronaca e conferire alla Storia la dignità di una Scienza, infatti, alcuni storici pensarono che essa potesse ridursi a una somma di semplici fatti. Il grande storico tedesco Leopold

14. Vedi, per le particolarità dell'HBIM, DELLA TORRE, ORENI 2023, pp. 8-13.



Figura 1. Palazzo Belimbau (foto S. Musso, 2023).

von Ranke, tuttavia, negò presto questa possibilità e quella impostazione del lavoro dello storico è stata più volte e da più parti revocata in dubbio. Ormai gli storici concordano che i semplici e puri fatti non esistono e che sono pur sempre costruzione dello studioso che indaga una sezione particolare del passato attraverso varie fonti e con diversi metodi o accenti. La storia oggettiva non esiste. Per questo, occorre evitare l'illusione che il passaggio alle banche dati risolva di per sé i problemi affrontati dalla modellizzazione del costruito esistente e dei processi che riguardano la sua conoscenza e la progettazione-gestione del suo futuro. Al fantasma del "fatto storico", occorre non sostituire quello del supposto "dato di conoscenza".

Alcune riflessioni

La quantità di risorse intellettuali, tecniche e operative, ma anche economiche e di tempo investite nello sviluppo del programma PRIN 2017 qui presentato ci porta a ritenere che:

- solo un radicale mutamento di mentalità può consentire di adottare in modo consapevole, prevenendo conseguenze imprevedibili e pericolose, le tecnologie BIM nell'ambito del patrimonio architettonico esistente e del suo restauro;
- la tecnologia BIM non può garantire la totale copertura delle esigenze qui brevemente richiamate e ciò spinge all'adozione di più sistemi integrati (database relazionali, GIS...) che, in ogni caso, debbono essere davvero interoperabili e ciò costituisce ancora un problema;
- per evitare il rischio di sostituire un modello virtuale (digitale) all'edificio reale, occorre lavorare su ogni specifico manufatto e ciò appare in radicale conflitto con la logica parametrica di qualsiasi BIM finora sperimentato per edifici di nuova costruzione, dove tutto può essere scelto/deciso a priori, facendo riferimento a librerie (insiemi) prestabilite di materiali, elementi, componenti, parti, e così via;
- ogni elemento costruttivo proveniente dal passato, anche se simile o originariamente inteso come identico ad un altro, all'opposto, è inevitabilmente diverso da esso, salvo ricorrere all'uso di specifiche "Istanze" che nel software utilizzato consentono di individualizzare l'elemento, differenziandolo da quelli della medesima classe, ma ciò rischia di rendere ingestibile il modello e il processo;
- ciò significa che, tale tipo di lavoro può avere successo solo se un utente decide di utilizzare la tecnologia BIM come strumento principale per governare il futuro del proprio patrimonio costruito storico, investendo le risorse necessarie nella realizzazione di un sistema di gestione

delle informazioni e dei processi di tipo open-source, ma anche e soprattutto nella formazione di personale in grado di garantire l'utilizzo e il continuo aggiornamento del modello;

- solo in questo caso, i fattori di "economia di scala" possono giustificare la fatica del lavoro e ciò implica un investimento tecnico, culturale ed economico che possa garantire un futuro risparmio di altre risorse, evitando perdite di informazioni, ripetizione di indagini, analisi e diagnosi, o la mancata registrazione di ogni intervento che, nel tempo, modifica lo stato dei beni interessati;
- occorre, infatti, agire in modo che la conoscenza si stratifichi e permanga nel tempo, consentendo un reale, coerente e utile processo di accumulazione e di consapevolezza circa lo stato reale di un edificio appartenente al Patrimonio Culturale;
- per questo, la ricerca è stata indirizzata alla modellizzazione 3D delle informazioni (BIM) con diversi e progressivi passaggi di affinamento, approfondimento e arricchimento, evitando la costruzione di un modello unico e universale (non semplicemente visivo) anche perché alcune informazioni (geometriche, materiali, costruttive, storiche, ecc.) possono essere acquisite solo in tempi diversi e lungo l'intero processo che si intende governare.

Occorre attentamente evitare, infine, che l'adozione di questo tipo di strumenti possa dar vita ad una sorta di atteggiamento passivo dei futuri utilizzatori. Se si confonde un BIM con una sorta di "sistema esperto" o un "decision making tool" in grado di auto-apprendere o generare conoscenza, come la "Artificial Intelligence" sembrerebbe consentire o preconizzare, si può ingenerare un abbassamento della soglia di attenzione di chi utilizza il modello (tecnico, progettista, amministratore o altri). Ciò determinerebbe inaccettabili automatismi nell'utilizzo e nella gestione del sistema, traendo da esso conclusioni e decisioni che richiedono comunque una chiara e costante assunzione di responsabilità.

La costruzione di ogni modello, infatti, impone l'attenta e continua valutazione di eventuali guadagni e perdite, per non creare un modello che risulti totalmente "altro" dall'edificio reale. A fronte di possibili guadagni, in termini di semplificazione ed efficacia della gestione delle informazioni, nel tempo e nello spazio, di riduzione dei margini di discrezionalità decisionale, in tutte le fasi del processo conoscitivo e progettuale, infatti, possono emergere anche reali rischi e conflitti. Essi riguardano anzitutto la difficile gestione di informazioni di diversa affidabilità e dettaglio, in costante aumento o variazione nel tempo, con la necessità di mantenere la memoria storica del processo conoscitivo-progettuale e il suo aggiornamento continuo. Emerge, infine, la necessità di selezionare eventuali informazioni ridondanti, da sacrificare o porre in secondo piano e di creare più modelli

dedicati, tematici e parziali. A ciò consegue, tuttavia, la possibile dispersione di dati e la perdita di informazioni essenziali per cogliere la specificità e la irriproducibile unicità di singoli elementi e del manufatto nel suo complesso.

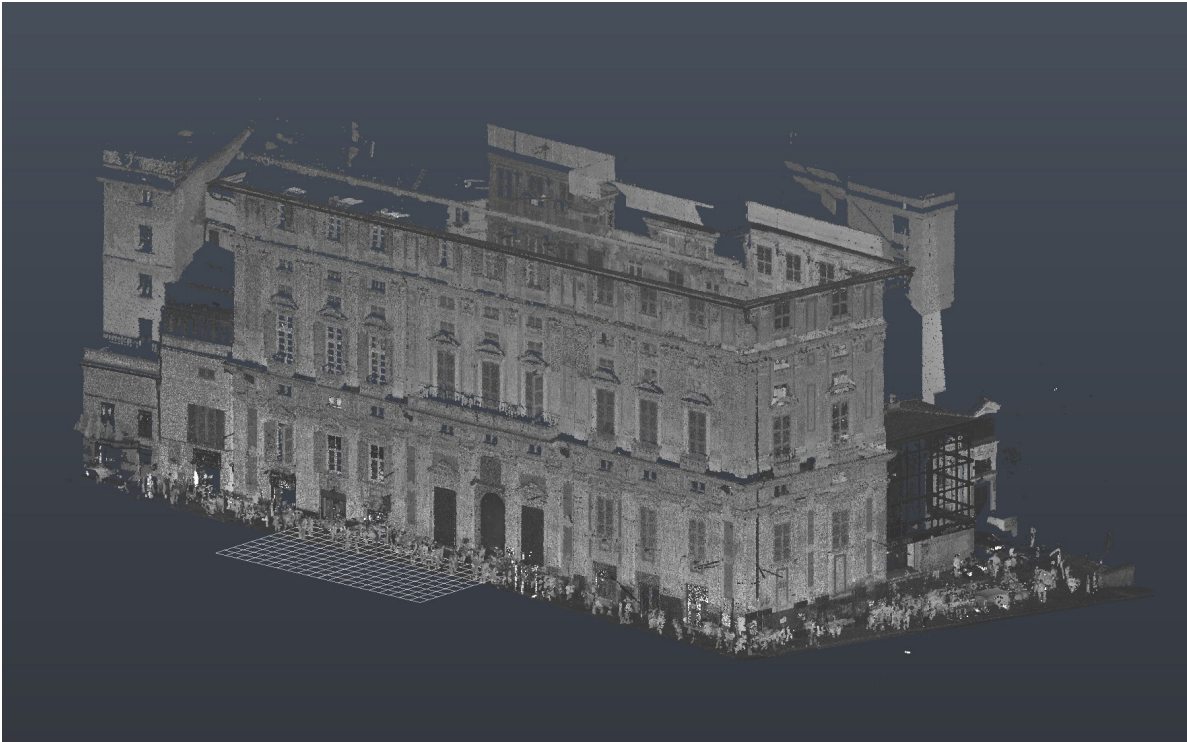


Figura 2. Rilievo Laser Scanner degli esterni di Palazzo Belimbau (elaborazione C. Battini, 2023).



Figura 3. Rilievo con Z-Scan della volta dell'atrio (elaborazione C. Battini, 2023).

Bibliografia

- ACIERNO ET ALII 2017 - M. ACIERNO, S. CURSI, D. SIMEONE, D. FIORANI, *Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process*, in «Journal of Cultural Heritage», 2017, 24, pp. 124-133. DOI: 10.1016/j.culher.2016.09.010.
- CANFORA, DI FATTA, PILATO 2004 - G. CANFORA, D. DI FATTA, G. PILATO, *Ontologie e Linguaggi Ontologici per il Web Semantico*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni, aprile 2004, disponibile online: <https://intranet.icar.cnr.it/wp-content/uploads/2016/11/TechReport-04-06.pdf> (ultimo accesso 11 dicembre 2023).
- CASANOVA, MUSSO 2022 - M. CASANOVA, S.F. MUSSO, *Palazzo Belimbau a Genova. Rilievi, studi e progetto di restauro*, in «Recupero e Conservazione», 2022, 171, pp. 16-23.
- CRESTI N.D. - S. CRESTI, *Un dubbio "scientifico": modellare o modellizzare?*, in «Accademia della Crusca», disponibile online: <https://accademiadellacrusca.it/it/consulenza/un-dubbio-scientifico-modellare-o-modellizzare/1136> (ultimo accesso 11 dicembre 2023).
- DELLA TORRE, ORENI 2023 - S. DELLA TORRE, D. ORENI, *HBIM per la conservazione e il restauro*, in C. BOLOGNESI, *BIM Modelling*, Il Sole 24 Ore, Milano 2023.
- DELLA TORRE, RUSSO, 2023 - S. DELLA TORRE, V. RUSSO (coord.), *Restauro dell'architettura. Per un progetto di qualità*, Quasar, Roma 2023.
- DI BIASE 1993 - C. DI BIASE, *Strada Balbi a Genova, Residenza aristocratica e città*, Sagep, Genova 1993.
- GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1975 - L. GROSSI BIANCHI, E. POLEGGI, *La strada del Guastato: capitale e urbanistica genovese agli inizi del Seicento*, in A. CARACCILO (a cura di), *Dalla città preindustriale alla città del capitalismo*, Il Mulino, Bologna 1975.
- GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1986 - L. GROSSI BIANCHI, E. POLEGGI, *Una città portuale nel medioevo*, SAGEP, Genova 1986.
- MAGNANI 2014 - L. MAGNANI, *Città Ateneo Immagine*, Genova University Press, Genova 2014.
- MAGNANI 2025 - L. MAGNANI (a cura di), *Palazzo Belimbau. I dipinti restaurati*, Arcadia, Genova 2015, pp. 22-23.
- MUSSO, PRETELLI 2020 - S.F. MUSSO, M. PRETELLI (coord.), *Restauro: Conoscenza, Progetto, Cantiere, Gestione*, Quasar, Roma 2020.
- MUSSO 2017 - S.F. MUSSO, *Architectural Restoration, I.C.T. and B.I.M. The "Albergo dei Poveri" In Genoa as a Case Study*, in S. DELLA TORRE (a cura di), *Built Heritage Information Modelling/Management BHIMM*, Edizioni MREADY – Ingenio, Milano 2017.
- PASTOR 2004 - C. PASTOR, *Palazzo Francesco De Ferrari*, in *Il restauro dei palazzi dei Rolli*, supplemento di «ARKOS», 2024, 7, pp. 134-139.
- POLEGGI 1998 - E. POLEGGI, *Una reggia repubblicana. Atlante dei palazzi di Genova 1576-1664*, Allemandi, Torino 1998.
- RATTI 1780 - C.G. RATTI, *Istruzione di quanto può vedersi di più bello in Genova in Pittura, Scultura ed Architettura*, Gravier, Genova 1780.
- SADEGHINEKO, KUMAR 2022 - F. SADEGHINEKO, B. KUMAR, *Application of semantic web ontologies for the improvement of information exchange in existing buildings*, in «Construction Innovation: Information, Process, Management», 22, 2022, pp. 444-464. DOI: <https://doi.org/10.1108/CI-03-2021-0058>.