



Management of the knowledge process from the initial analyses to the conservation site. Palazzo Belimbau, Genoa

Simonetta Acacia, Marta Casanova (Università degli Studi di Genova)

The management and exchange of information between the actors of the different phases of the knowledge and restoration process must be respectful of the peculiarities and singularities of historic buildings; it is indeed necessary to systemise information different in sources, level of detail and contents.

Starting from the premise posed by art. 29 of Legislative Decree 42/2004, this research deals with the issue of the study of tools and methods that guarantee efficient data sharing to support the decision-making process and the planning of interventions shared with the various stakeholders.

The paper illustrates the case study of Palazzo Belimbau in Genoa, owned by the University of Genoa since 2000. The building has been the subject of several diagnostic campaigns over the years, which was followed by the drafting of the final project for the restoration of the decorative apparatus of the monumental rooms. In 2019, the recently completed work on the first lot of the intervention programme for the complete reuse of the building began.

In 2019, work began on the recently completed first batch of the programme to fully reuse the asset.

As part of the PRIN2017 project, HPFC - Historic Preservation Foundation Classes, the possibility of storing and managing various data, including the 3D survey, in a central archive to which individual GIS and HBIM models can be linked was tested, evaluating their interoperability for the management of the various phases from the preliminary studies to the restoration work.

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/AHR443



La gestione del processo di conoscenza dalle prime analisi al cantiere. Palazzo Belimbau a Genova

Simonetta Acacia, Marta Casanova

L'acquisizione, l'organizzazione delle informazioni e la gestione della conoscenza relative agli studi sul patrimonio architettonico nei processi di manutenzione e di restauro sono di fondamentale importanza per la conservazione di questi manufatti¹. La messa a sistema di informazioni provenienti da diverse fonti, a scale differenti e con molteplici contenuti, deve garantire un'efficiente condivisione dei dati al fine di supportare i processi decisionali e le scelte progettuali dei diversi attori coinvolti nel processo.

Inoltre, l'organizzazione e la gestione delle conoscenze deve mantenere una coerenza con il processo conoscitivo incrementale, permettendo una rappresentazione e la fruizione a partire dalle prime fasi di studio, volta a conservare il dato singolo in rapporto al contesto generale.

Il tema della digitalizzazione e informatizzazione della conoscenza è oggi molto dibattuto nell'ambito dei beni culturali². Mentre nell'ambito dei beni non architettonici le ontologie informatiche

La stesura dell'articolo risulta riferibile a entrambe le autrici per impostazione metodologica, *BIM e Data Base: collegamento e interoperabilità* e le conclusioni. A M. Casanova per l'introduzione e *Metodo e materiali*; A S. Acacia per *Il caso studio: Palazzo Belimbau a Genova*.

1. LETELLIER 2011, p. 11.

2. SIMEONE 2023, p. 103.

sono diffuse nei processi di catalogazione, nell’ambito del patrimonio costruito c’è ancora mancanza di omogeneità negli approcci di modellazione della conoscenza.

La ricerca presentata in questo articolo è stata condotta all’interno delle attività del progetto PRIN 2017 “Historic Preservation Foundation Classes: Procedure e ontologie per l’interoperabilità nella tutela del patrimonio storico architettonico”³; per lo studio a livello di edificio monumentale l’unità di ricerca di Genova ha scelto Palazzo Belimbau a Genova.

Il progetto PRIN 2017 si pone in continuità con i risultati raggiunti nel progetto PRIN 2010-11 “Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente – Built Heritage Information Modelling/Management – BIHMM”⁴.

Il caso studio: Palazzo Belimbau a Genova

Palazzo Belimbau, già De Ferrari, Chiavari, Cambiaso, Negrotto Cambiaso e infine Cohen, si trova a Genova, in piazza della Nunziata; dal 2000, è di proprietà dell’Ateneo genovese in virtù di un legato testamentario dell’ultima erede della famiglia. L’edificio rientrava storicamente nel cosiddetto “Sistema dei Rolli” e dal 2006 fa parte, insieme a numerosi altri palazzi rinascimentali e barocchi genovesi, del sito UNESCO “Genova, le Strade Nuove e il sistema dei Palazzi dei Rolli” (fig. 1).

Il palazzo sorge in un’area, detta del Guastato, che, in periodo medievale, costituiva un sobborgo ad ovest del centro urbano⁵; la sua storia riflette quella delle trasformazioni urbane che hanno interessato la città di Genova tra la metà del XVI e la metà del XVII secolo: in particolare, il Guastato diventa una zona di raccordo tra i nuovi assi viari di Strada Nuova (1550-1575) e di Strada Balbi (1606-1620)⁶.

Palazzo Belimbau è il risultato di una complessa evoluzione, ancora non del tutto compresa, che vede accorpamenti e trasformazioni di edifici preesistenti di origine medievale, fino alla definizione da parte della famiglia De Ferrari della facies seicentesca, ancora tutt’oggi leggibile, sebbene ulteriormente modificata.

3. Tale progetto ha visto impegnate le unità di ricerca di: Politecnico di Milano – Dipartimento ABC (PI e responsabile dell’UR Prof. Stefano Della Torre), Università degli Studi di Genova (responsabile scientifico dell’UR Prof. Stefano F. Musso), Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (responsabile scientifico dell’UR Prof. Marco Pretelli), Università di Roma La Sapienza (responsabile scientifico dell’UR Prof.ssa Donatella Fiorani).

4. Vedi MUSSO 2017.

5. Vedi GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1986.

6. Vedi POLEGGI, CEVINI 1981.

Alla famiglia dei Chiavari si deve invece la decorazione ad affresco degli ambienti di rappresentanza del palazzo realizzata tra il 1627 e il 1629 da Lazzaro Tavarone, allievo di Luca Cambiaso⁷: il pittore genovese interviene sulle volte dell'atrio di ingresso, di un ambiente al piano rialzato e dello scalone monumentale, oltreché nella loggia di accesso al piano nobile e nel grande salone dove raffigura la celebrazione di Cristoforo Colombo, di ritorno dalle Americhe.

Sotto la famiglia Cambiaso, a partire dal 1778, il palazzo è interessato da un significativo ampliamento su entrambi i lati corti, ad opera dell'architetto Pellegrini, che cura anche la sistemazione di alcuni ambienti interni.

Durante la Seconda guerra mondiale il palazzo è stato danneggiato da un'incursione aerea che ha rovinato in parte gli affreschi, causando ampie cadute di intonaco.

In seguito a successivi interventi di restauro, l'edificio oggi è ancora solo parzialmente in uso ed ospita alcuni uffici amministrativi dell'Università degli Studi di Genova (Unige); nel 2019 è stato avviato il primo lotto di intervento di un programma che mira al completo riutilizzo del bene.

A partire dal 2008, l'Ateneo, tramite un accordo con l'allora Dipartimento di Scienze per l'Architettura (DSA), ha avviato una serie di attività conoscitive su Palazzo Belimbau (responsabili scientifici Prof. Arch. S.F. Musso e Prof. Arch. G. Franco), consistenti nel rilievo topografico e, in un secondo tempo, con tecnologia laser scanner e con metodo Structure-from-motion, nell'analisi dello stato di conservazione e della consistenza materiale e in ricerche a carattere storico.

Tra il 2008 e il 2018 sono state inoltre condotte tre diverse campagne diagnostiche sui dipinti murali, volte a dare indicazioni per il successivo intervento di restauro degli stessi: le prime due, nel 2008 e nel 2015, hanno analizzato le pareti del salone al piano nobile rispettivamente con il metodo XRF (a cura dei restauratori della Soprintendenza locale) e con spettroscopia Raman e lampada di Wood (Prof. P. Bensi, Unige, e Prof. P. Baraldi, Università di Modena e Reggio Emilia). La terza campagna diagnostica (2018) ha interessato anche altri ambienti monumentali, quali l'atrio, lo scalone e la loggia del piano nobile, attraverso il prelievo di campioni di coloritura e strati preparatori e la successiva loro analisi⁸.

7. Vedi MAGNANI 2014.

8. Analisi al microscopio elettronico a scansione e microsonda analitica, effettuate dalla Prof.ssa Silvia Vicini (Unige, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale); gascromatografia su campioni di coloritura, a cura della Prof.ssa Maria Perla Colombini (Università di Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale); diffrazione ai raggi X (XDR) effettuata su campioni di efflorescenza salina dai Proff. Roberto Cabella e Cristina Carbone (Unige, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita).

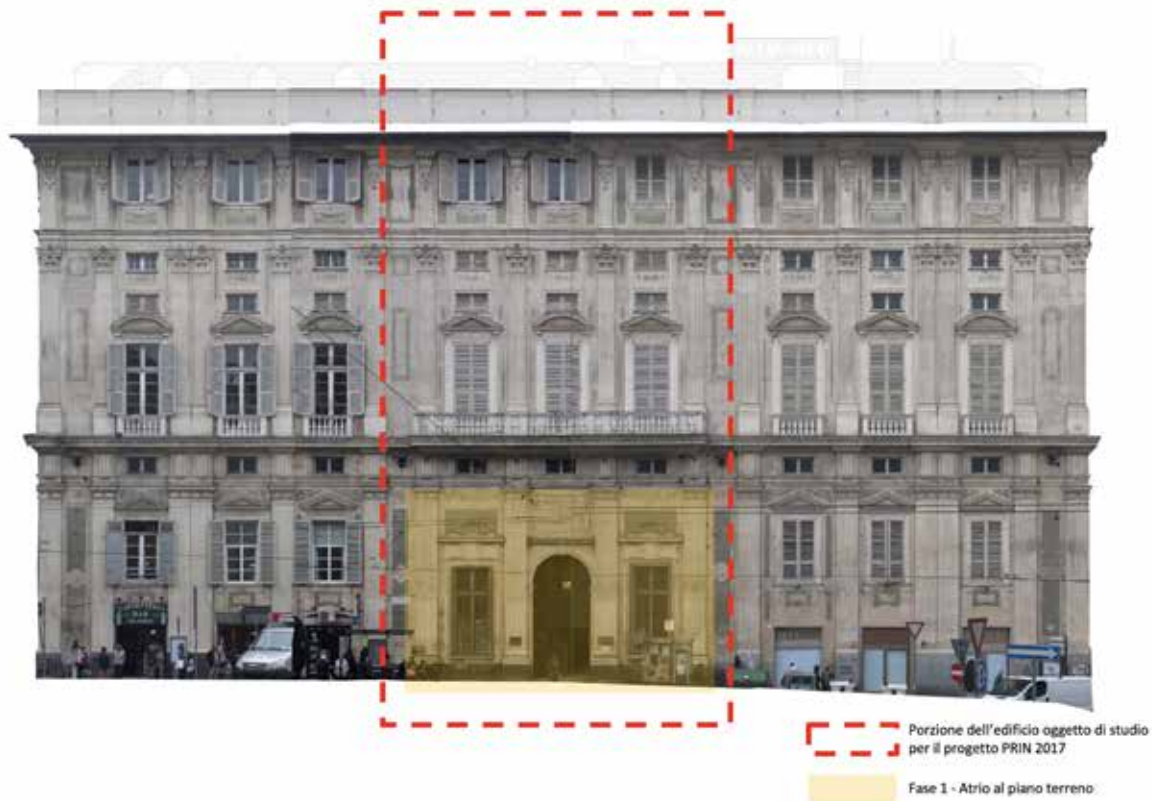


Figura 1. Prospetto principale di Palazzo Belimbau su piazza della Nunziata. Indicazione della porzione dell'edificio oggetto di studio nell'ambito della ricerca PRIN 2017 HPFC (Elaborazione Laboratorio MARSC, Dipartimento DAD, Università degli Studi di Genova, 2018).

Il Palazzo è stato inoltre il caso studio per gli studenti della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio (SSBAP) e del Laboratorio di Restauro nel corso di Laurea Magistrale negli anni accademici 2014-15 e 2015-16, sempre dell'Università di Genova.

Gli studi e gli accertamenti diagnostici effettuati⁹ hanno portato alla redazione di un progetto definitivo per il restauro degli apparati decorativi di atrio su strada, ninfeo, corpo scala principale, loggia di accesso al piano nobile, salone d'onore e ambienti dell'ala ovest (prima fase di un programma di intervento per il completo riutilizzo del bene).

Il primo lotto di lavori, riguardante il restauro degli apparati decorativi dell'atrio al piano terreno, di carattere conservativo si è concluso a luglio 2023 (fig. 2).

Metodo e materiali

Il caso studio scelto ha permesso di sperimentare il metodo e testare i problemi legati all'interoperabilità dei sistemi e dei processi, dagli studi preliminari alla progettazione, fino al cantiere del primo lotto di lavori di restauro.

Gli ambienti monumentali dell'edificio (atrio, scalone monumentale e parte del piano nobile) sono stati oggetto di un rilievo laser scanner, topografico, longimetrico e Structure-from-motion. I risultati di questa campagna di rilievo sono stati la creazione di una nuvola di punti utilizzata per il processo scan-to-BIM e per la restituzione di planimetrie, sezioni e prospetti e la realizzazione di fotopiani delle pareti, delle volte e dei pavimenti.

L'atrio al piano terreno, a seguito della conclusione del primo lotto di lavori di restauro, è stato oggetto di una seconda campagna di rilievo Structure-from-motion per la creazione dei fotopiani della volta e delle pareti post operam.

La ricognizione, raccolta e digitalizzazione dei materiali degli studi e delle ricerche svolti dal 2000 in poi sull'edificio¹⁰ ha portato alla definizione delle informazioni di partenza. Oltre al rilievo, già brevemente descritto, tale documentazione consiste in:

9. Più ampiamente descritti in CASANOVA, MUSSO 2022, p. 21.

10. Studi sulle strutture orizzontali e di copertura, responsabile scientifico prof. Andrea Buti (Dipartimento di Progettazione e Costruzione dell'Architettura – DIPARC), committente Unige, 2001; indagini endoscopiche sul cornicione di coronamento dell'edificio funzionali all'intervento di restauro delle facciate, responsabile scientifico prof. Stefano F. Musso in concorso con la Soprintendenza ai Beni Architettonici e Paesaggistici della Liguria, ricerca svolta in occasione dell'Anno Europeo della Cultura, 2004 (Pastor 2004); lavori di manutenzione straordinaria della copertura, 2006-2007; "Studi preliminari ai successivi interventi di restauro e riuso del Palazzo", responsabili scientifici prof. Stefano F. Musso, prof.ssa Giovanna Franco, Accordo tra Ateneo e DSA, Unige, dal 2009; Esiti delle attività didattiche della Scuola di

- rilievo delle caratteristiche costruttive dei setti murari verticali e degli orizzontamenti (sondaggi sugli orizzontamenti e sulle strutture verticali effettuati nelle porzioni est e centrale del palazzo ai piani primo e primo ammezzato: planimetrie strutturali delle strutture di orizzontamento, fotografie generali e di dettaglio);
- esiti delle indagini endoscopiche sul cornicione di gronda della facciata su Piazza della Nunziata (foto di dettaglio, dettagli costruttivi del cornicione, sezioni trasversali e longitudinali);
- schemi dell’impianto strutturale dei setti verticali e delle tipologie strutturali di orizzontamento (planimetrie con sovrapposizione delle strutture di elevazione verticale, schemi delle tipologie strutturali di orizzontamento);
- indagini diagnostiche effettuate tra il 2008 e il 2015 sugli apparati decorativi degli ambienti monumentali;
- esiti delle analisi mensiocronologica e mineralogico-petrografica su alcune unità stratigrafiche;
- fotografie generali e di dettaglio di tutti gli ambienti interni del palazzo e degli esterni (fotografie dal 2000 ad oggi);
- fotografie storiche conservate presso l’Archivio Fotografico del Comune di Genova (Centro DOCSAI) riguardanti l’atrio al piano terreno, il ninfeo e il salone al piano nobile (scansioni delle fotografie in alta definizione, anni ‘40 e ‘50);
- documentazione storico-archivistica consultata presso l’Archivio di Stato di Genova;
- informazioni riguardanti l’evoluzione storica del Palazzo, con fusioni, aggiunta di corpi, demolizioni e modiche (schemi raffiguranti la configurazione del palazzo in diversi periodi storici);
- planimetrie storiche a scala urbana e di edificio;
- elaborati progettuali relativi al progetto di restauro conservativo di atrio, scalone e parte del piano nobile (relazione tecnica e suoi allegati; risultati delle indagini scientifiche; restituzione del rilievo con foto-piani di pavimenti, soffitti e pareti; mappe dello stato di conservazione; abaco dei serramenti e loro stato di conservazione; mappe degli interventi conservativi;

Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio dell’Università degli studi di Genova, 2014 – 2017; Tesi di laurea magistrale in Architettura dal titolo “Palazzo Belimbau a Genova. Un passato da decifrare”, Shari Caviglia, relatore prof. ssa Giovanna Franco, A.A. 2016 – 2017; Progetto di restauro e risanamento conservativo degli ambienti monumentali (apparati decorativi di atrio su strada, ninfeo, corpo scala principale, salone d’onore e ambienti dell’ala ovest del piano nobile) in vista di una loro futura accessibilità pubblica, finanziato con fondi speciali della Presidenza del Consiglio dei Ministri del Governo, progettisti Arch. Monica Giovannelli con Prof. Arch. Stefano F. Musso e Prof. Arch. Giovanna Franco.



Figura 2. Fotopiani ottenuti tramite fotogrammetria *Structure-from-motion* della volta dell'atrio al piano terreno nel 2017, prima degli interventi di restauro (a sinistra), e a luglio 2023 (a destra), a seguito degli interventi di restauro dell'atrio (Elaborazione Laboratorio MARSC, Dipartimento DAD, Università degli Studi di Genova, 2017 e 2023).

interventi di restauro dei serramenti; specifiche tecniche di intervento; computo metrico estimativo).

Seguendo un workflow già sperimentato dal gruppo di ricerca¹¹, per l'archiviazione e la gestione di una tale mole di informazioni eterogenee e in vista dell'implementazione delle informazioni relative alla fase di cantiere è stato progettato un database (realizzato con il DBMS PostgreSQL¹²) al quale è stato collegato tramite l'estensione spaziale PostGIS un progetto GIS (realizzato con il software QGIS) che ha permesso la georeferenziazione delle informazioni sulle planimetrie dei diversi livelli dell'edificio (fig. 3).

Il sistema informativo è stato progettato per l'archiviazione e la gestione di dati storici, di stato attuale, progettuali e relativi all'intervento di restauro in corso nell'atrio dell'edificio.

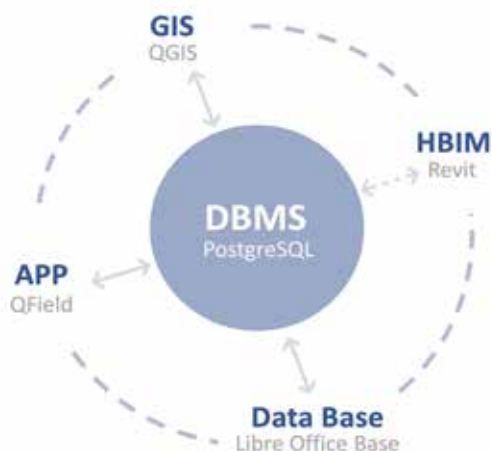
Questo è stato scomposto in livelli (corrispondenti ai piani), sono stati individuati e definiti gli ambienti e gli elementi architettonici. Sono state georiferite le fotografie, attuali e storiche. Sono inoltre stati localizzati gli esiti delle analisi, le mappe del degrado e gli interventi previsti in progetto per ciascun elemento. L'organizzazione dei dati in diversi livelli di dettaglio (LoD) ha permesso il collegamento di informazioni puntuali riguardanti un elemento preciso e ben definito, ma anche la schedatura di documenti riguardanti l'intero edificio (fig. 4). Infine, sono state georiferite le planimetrie storiche a livello urbano e di edificio.

Parallelamente è stata avviata la costruzione di un modello HBIM (realizzato con il software Autodesk Revit 2023) della porzione centrale dell'edificio, comprendente l'atrio al piano terreno, il ninfeo, lo scalone monumentale, la loggia, il piano ammezzato e il salone al piano nobile a partire dal rilievo (topografico, laser scanner e fotogrammetrico) degli interni e degli esterni del palazzo. Nella porzione di edificio presa in analisi sono presenti volte in muratura e solai in legno con volte a struttura lignea; tutte le pareti e le volte degli ambienti monumentali presentano apparati decorativi; in particolare, è conservato l'importante ciclo di dipinti murali attribuito a Lazzaro Tavarone (fig. 5).

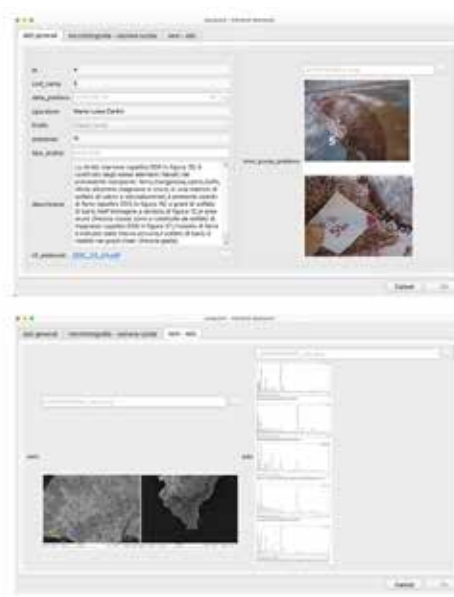
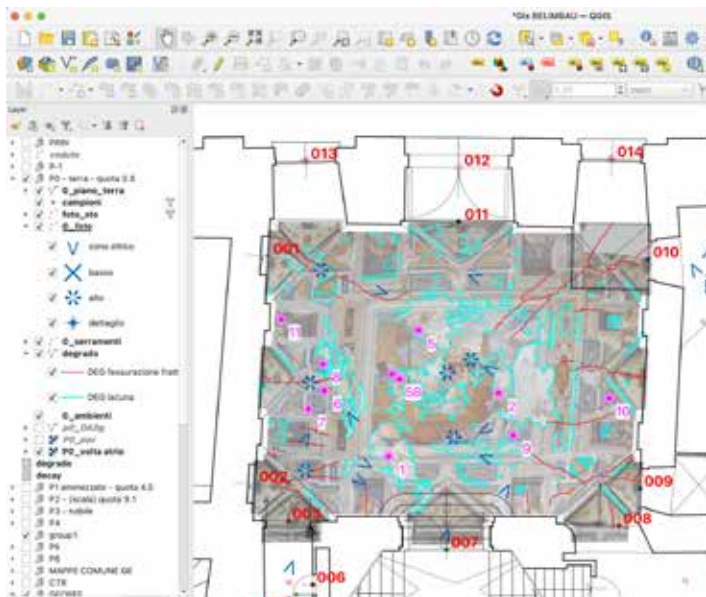
Il modello ha la finalità di valutare i livelli di interoperabilità e compatibilità con il sistema informativo in vista della creazione di diversi modelli HBIM specifici per le esigenze dei vari operatori coinvolti nel processo di conservazione (modello per la gestione del progetto di restauro e del

11. ACACIA, CASANOVA 2015, p. 187.

12. Seguendo le "Linee guida acquisizione e riuso software PA" dell'Agenzia per l'Italia Digitale per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea sono stati scelti software di tipo aperto ad esclusione del software Revit per la realizzazione del modello HBIM.



A sinistra, figura 3. Schema delle interazioni del sistema informativo. I dati sono archiviati e gestiti a livello centrale in un database e possono essere implementati e fruiti dai diversi operatori in ambiente GIS, Database, APP e/o HBIM (elaborazione di S. Acacia e M. Casanova, 2023). In basso, Figura 4. Schermata del progetto GIS in QGIS con visualizzazione della planimetria dell'atrio al piano terreno, con i coni ottici delle fotografie, le schede di dettaglio dei serramenti, il fotopiano della volta, la mappa del degrado e dei punti di prelievo dei campioni (a sinistra). Scheda di consultazione delle informazioni relative al campione 5: analisi SEM-EDS di un campione di tinta della volta con strato delle informazioni archiviate nel database, antepprima delle immagini associate e collegamento alla relazione con i risultati delle analisi (a destra) (elaborazione di S. Acacia e M. Casanova, 2023).



cantiere, modello per lo studio degli aspetti strutturali, modello per l'analisi e la simulazione del comportamento energetico dell'edificio, modello per la gestione della manutenzione dell'edificio).

In occasione della redazione del progetto definitivo per il restauro degli ambienti monumentali, sono stati archiviati all'interno del database dati relativi ai serramenti, oggetto di un accurato studio per la loro conservazione. Le informazioni relative alle caratteristiche tecnologiche, allo stato di conservazione e agli interventi in progetto sono state collegate al progetto GIS nel quale i serramenti sono rappresentati nelle planimetrie con una geometria di tipo puntuale. Successivamente sono state realizzate diciannove famiglie di finestre nel modello HBIM corrispondenti ai tipi di serramenti individuati nell'abaco (fig. 6). Nella definizione dei parametri condivisi, oltre ai campi relativi a identificazione e localizzazione del serramento, sono stati realizzati quattro gruppi di parametri relativi alla descrizione dell'elemento (ante, ferramenta, sopra luce, telaio fisso, vetri), allo stato di conservazione (degrado ferramenta, degrado parti lignee, degrado vetri), al tipo di intervento (manutenzione in loco, restauro previo smontaggio, rimozione senza recupero) e agli interventi. La compilazione delle informazioni relative ai diversi serramenti può quindi avvenire indifferentemente nel modello HBIM, nel progetto GIS o nel database.

In una seconda fase, prima dell'inizio del cantiere di restauro, è stato implementato il collegamento del progetto GIS con l'applicazione per smartphone QField al fine di permettere l'aggiornamento della documentazione prodotta in cantiere, che può essere direttamente compilata nel database anche da parte di operatori non esperti di GIS o BIM. Tramite questa applicazione è possibile identificare la corretta localizzazione degli elementi presenti nella mappa di base caricata¹³, senza utilizzare il GPS integrato nei dispositivi mobile che negli ambienti interni restituirebbe una localizzazione imprecisa; gli operatori possono compilare le tabelle associate ai diversi elementi e relative agli interventi e collegare di volta in volta delle fotografie.

BIM e Data Base: collegamento e interoperabilità

Uno degli scopi di questa sperimentazione è la valutazione della integrabilità e della interoperabilità di diversi sistemi GIS e BIM con un database centrale.

La maggior parte degli studi che hanno sperimentato la connessione di sistemi GIS a sistemi BIM¹⁴ hanno collegato al GIS le informazioni territoriali e del contesto e nel BIM le informazioni a livello di

13. Nel caso di Palazzo Belimbau sono state utilizzate le planimetrie dei diversi piani.

14. Vedi: SACCUCCI, PELLICCIO 2018, p. 224; SAMMARTANO ET ALII 2022.

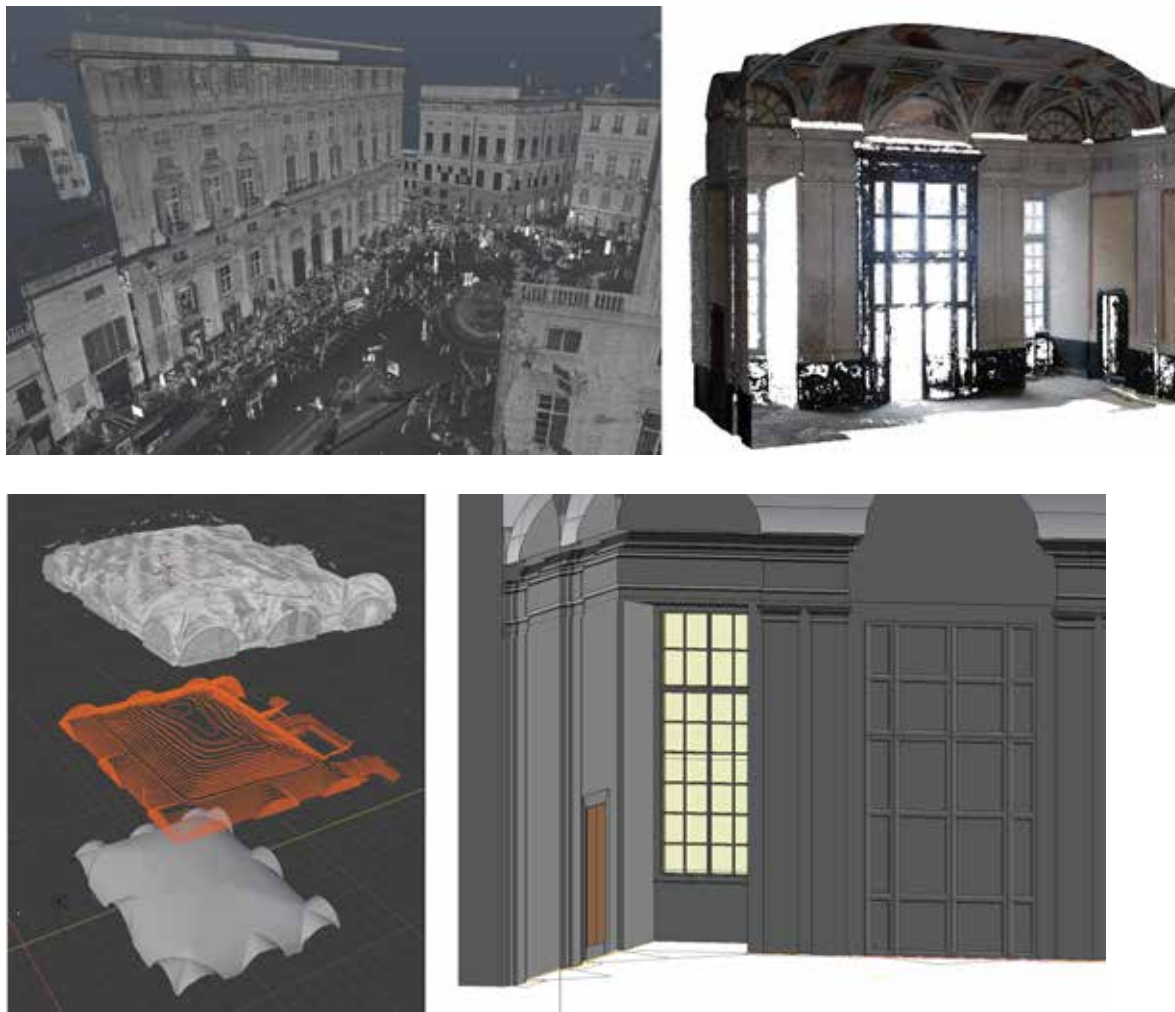


Figura 5. Processo di generazione del modello HBIM dell'atrio al piano terreno. Nuvola di punti derivante dal rilievo laser scanner e nuvola di punti fotogrammetrica; modellazione dell'intradosso della volta in Blender dalla nuvola di punti e dalle curve di livello; modellazione in Revit dell'atrio al piano terreno (elaborazioni S. Acacia e M. Casanova, 2023).

edificio e relative agli elementi architettonici con una sovrapposizione e condivisione dei dati molto limitata¹⁵. Alcune ricerche hanno portato alla realizzazione di piattaforme ad hoc per l'integrazione tra GIS e BIM e tra BIM e database; in particolare si ricorda il progetto "Man10ance" nel quale è stata creata una piattaforma web che fornisce strumenti operativi utili a supportare i professionisti nella gestione delle attività del piano di manutenzione programmata¹⁶.

Questa sperimentazione, invece, è volta all'integrazione dei dati nei due sistemi GIS e BIM a livello di edificio¹⁷. L'organizzazione dei dati è centralizzata in un sistema informativo appositamente progettato per la gestione delle informazioni derivanti dalle diverse fasi e dai molteplici attori del processo di conservazione del bene architettonico.

La scomposizione dell'edificio in elementi costruttivi, all'interno del sistema informativo, è coerente con quella del modello BIM; l'individuazione di un codice univoco alfanumerico permette di individuare tali elementi nei diversi ambienti operativi.

Dal punto di vista operativo, il collegamento tra il sistema informativo e il database del modello HBIM in Revit è possibile attraverso il plugin Revit DB Link che consente di esportare i dati di un modello di Revit in un database dove è possibile modificarli e quindi reimportarli nel modello¹⁸. Con questo plugin è possibile il collegamento diretto solamente con due tipi di database (Microsoft Access e SQL Server); questo limite può essere superato tramite un driver ODBC (Open DataBase Connectivity) per PostgreSQL. In questo modo i parametri definiti nelle tabelle esportate dal modello HBIM possono essere aggiornati, modificati e implementati in ambiente GIS o PostgreSQL per poi essere importati nuovamente in Revit. Il flusso dei dati è quindi limitato a momenti definiti di collegamento tra i due database PostgreSQL e Revit.

Conclusioni

Lo studio ancora in corso, cerca di affrontare e valutare, in un caso concreto, la gestione di una notevole quantità di informazioni, di diversa origine e natura, sempre implementabili e mutevoli nel tempo. Mira, inoltre, a gestire la conoscenza e la variabilità della stessa durante le fasi di studio, di progettazione, in cantiere e nella gestione successiva dell'edificio.

15. Vedi ACACIA, BABBETTO, CASANOVA 2017.

16. Vedi: COLUCCI *ET ALII* 2022, pp. 182-194; MATRONE *ET ALII* 2023.

17. Sull'applicazione del GIS a livello di edificio vedi: ACACIA, CASANOVA 2015, p. 187.

18. Vedi ACACIA, BABBETTO, CASANOVA 2017.

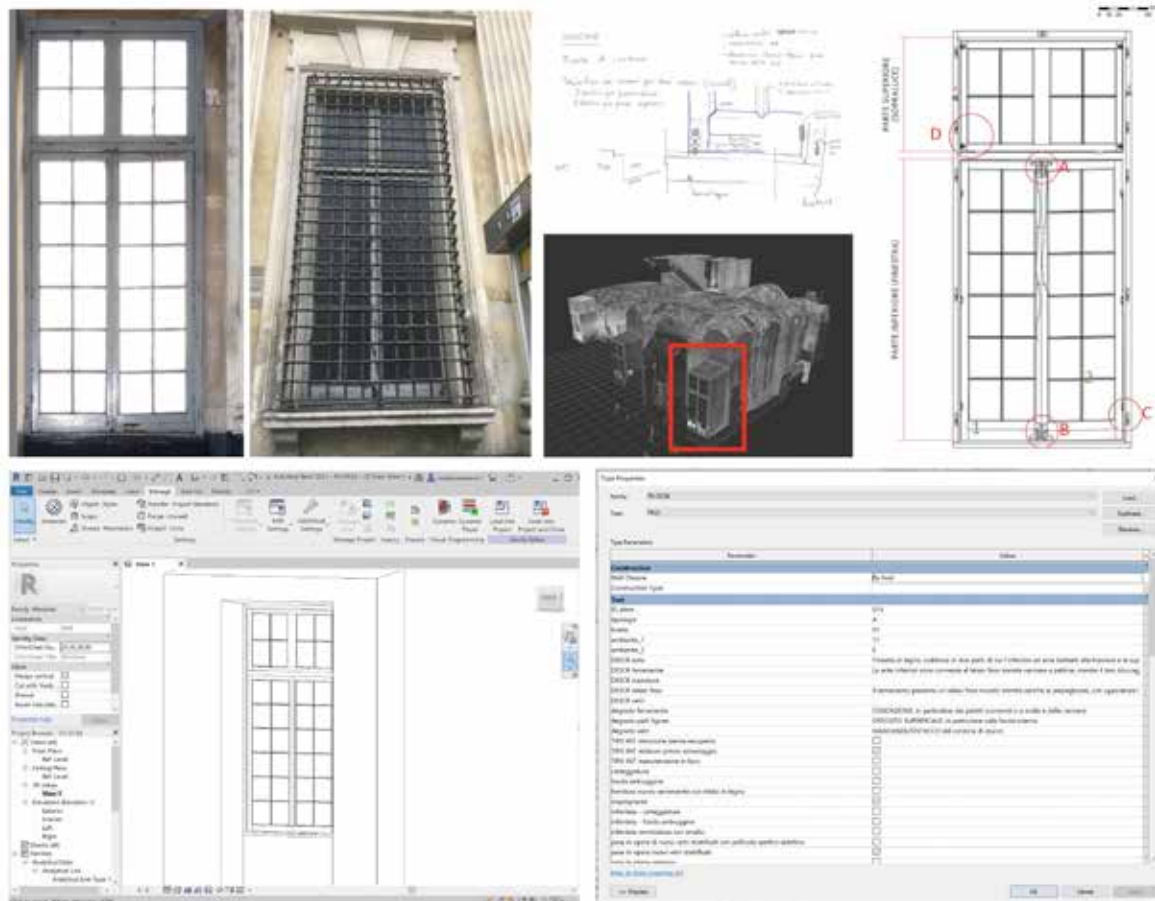


Figura 6. Finestra n. 13, atrio al piano terreno. Dai primi rilievi e studi *in situ* alla definizione della famiglia nel modello HBIM con i parametri condivisi per la descrizione dell'elemento, del suo stato di conservazione e degli interventi previsti (elaborazioni S. Acacia e M. Casanova, 2023).

La ricerca ha indagato la possibilità di archiviare e riferire le diverse informazioni alla loro esatta collocazione all'interno dell'edificio (quando possibile), di registrare le variazioni che il progetto e il successivo cantiere inducono sull'edificio senza perdere il dato storico e la fruibilità, nonché l'implementazione e il riutilizzo delle informazioni da parte degli operatori¹⁹ coinvolti nei processi decisionali.

La gestione dei dati derivanti dallo studio di un edificio monumentale, nelle prime fasi, deve prescindere dai tempi di realizzazione di modelli HBIM complessi e accurati, che per essere realizzati, necessitano di informazioni geometriche che raramente sono disponibili nelle primissime fasi di studio. Il workflow proposto permette di archiviare, gestire e fruire le informazioni eterogenee all'interno del database già dalle fasi iniziali.

Inoltre, la natura, la quantità, la complessità e l'indeterminatezza di alcuni dati in genere devono essere molto semplificate per poter essere archiviate in un progetto HBIM.

Un ulteriore punto da considerare è l'accessibilità delle informazioni da parte degli operatori coinvolti. La struttura, con un database centrale in PostgreSQL, permette la connessione per la compilazione, la fruizione e l'analisi delle informazioni con diversi applicativi²⁰.

La ricerca ha privilegiato flussi di lavoro basati su software free e open source per la parte database, GIS e l'applicazione per smartphone, mentre in questa prima fase è stata testata l'interoperabilità del processo con il software commerciale Autodesk Revit per la creazione del modello BIM; tale scelta è stata dettata dalla volontà di sperimentare un workflow facilmente replicabile con il software BIM commerciale più utilizzato nel settore.

Nelle prossime fasi si intende testare il collegamento a modelli BIM sviluppati con il software open source FreeCAD²¹, al fine di ottenere un workflow totalmente open source²² e favorire la piena integrazione tra modelli.

19. Tenendo conto delle differenti competenze degli operatori che prendono parte ai processi di studio, progettazione, conservazione, manutenzione e gestione di un edificio storico come Palazzo Belimbau.

20. È stata testata la connessione del database a LibreOffice Base, QGIS e Qfield.

21. Vedi <https://www.freecad.org/>. I primi tentativi di modellazione di superfici complesse e irregolari, derivanti da nuvole di punti in FreeCAD hanno evidenziato diverse criticità, vedi PILI, CASANOVA, PREVITALI 2023.

22. In accordo con quanto indicato all'art. 68 del Codice dell'amministrazione digitale (D.Lgs. n. 82/2005).

Bibliografia

- ACACIA, CASANOVA 2015 - S. ACACIA, M. CASANOVA, *Un sistema informativo per l'Albergo dei Poveri di Genova*, in «ilProgettoSostenibile», XIII(2015), 36-37, pp. 184-191.
- ACACIA, BABBETTO, CASANOVA 2017 - S. ACACIA, R. BABBETTO, M. CASANOVA, *Condivisione di dati ed informazioni tra BIM e sistemi informativi. Connessioni tra BIM, GIS e database per la gestione di informazioni su vasti complessi monumentali*, in S. DELLA TORRE (a cura di), *Built Heritage Information Modelling/Management – BHIMM. Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente*, Atti del Convegno (Milano, 21-22 giugno 2016), Edizioni MREADY – Ingenio, Milano 2017, pp. 42-50.
- 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.
- COLUCCI ET ALII 2022 - E. COLUCCI, E. IACONO, F. MATRONE, G.M. VENTURA, *A BIM-GIS Integrated Database to Support Planned Maintenance Activities of Historical Built Heritage*, in E. BORGOGNO MONDINO, P. ZAMPERLIN (a cura di), *Geomatics and Geospatial Technologies, 24th Italian Conference, ASITA 2021. Series: Communications in Computer and Information Science n.1507*. Springer, Cham 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-94426-1.
- GROSSI BIANCHI, POLEGGI 1986 - L. GROSSI BIANCHI, E. POLEGGI, *Una città portuale nel medioevo*, SAGEP, Genova 1986.
- LETELLIER 2011 - R. LETELLIER, *Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places*, The Getty Conservation Institute, Routledge 2011.
- MAGNANI 2014 - L. MAGNANI, *Città Ateneo Immagine*, Genova University Press, Genova 2014.
- MATRONE ET ALII 2023 - F. MATRONE, E. COLUCCI, E. IACONO, G.M. VENTURA, *The HBIM-GIS Main10ance Platform to Enhance the Maintenance and Conservation of Historical Built Heritage*, in «Sensors», 2023, 23, 8112. DOI: 10.3390/s23198112.
- MUSSO 2017 - S.F. MUSSO, *Architectural Restoration, I.C.T. and B.I.M. at The “Albergo dei Poveri” in Genoa as a case study*, in S. DELLA TORRE (eds.), *Built Heritage Information Modelling/Management – BHIMM. Modellazione e gestione delle informazioni per il patrimonio edilizio esistente*, Atti del Convegno (Milano, 21-22 giugno 2016), 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.
- PILI, CASANOVA, PREVITALI 2023 - A. PILI, M. CASANOVA, M. PREVITALI, *Innovazione digitale per la conservazione: la gestione di dati e informazioni delle superfici architettoniche*, in G. DRIUSSI (a cura di), *L'intervento sulle superfici del costruito storico. Quale innovazione?*, Atti del Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali (Bressanone, 27-30 giugno 2023), Arcadia Ricerche, Venezia 2023, pp. 85-96.
- POLEGGI, CEVINI 1981 - E. POLEGGI, P. CEVINI, *Le città nella storia d'Italia. Genova*. Laterza, Roma-Bari 1981.
- SIMEONE 2023 - D. SIMEONE, *Patrimonio costruito e modellazione della conoscenza. Nuove strategie di documentazione digitale del manufatto e dei suoi materiali*, in «Recupero e Conservazione», 2023, 175-176, pp. 102-111.
- SACCUCCI, PELLICCIO 2018 - M. SACCUCCI, A. PELLICCIO, *Integrated BIM-GIS system for the enhancement of urban heritage*, in *2018 Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo)*, IEEE, Cassino 2018, pp. 222-226. DOI: 10.1109/MetroArchaeo43810.2018.13625.
- SAMMARTANO ET ALII 2023 - SAMMARTANO, M. AVENA, E. FILLIA, A. SPANÒ, *Integrated HBIM-GIS Models for Multi-Scale Seismic Vulnerability Assessment of Historical Buildings*, in «Remote Sensing» 2023, 15, 3, 833. DOI: 10.3390/rs15030833.