

BIM come misura: svelare l'architettura perduta di Sant'Agostino

Rachele Angela Bernardello

Abstract

Questo studio esplora l'uso della metodologia Building Information Modeling (BIM) nella ricostruzione digitale del patrimonio culturale demolito, con un focus particolare sulla configurazione medievale della Chiesa di Sant'Agostino a Padova. Attraverso l'analisi di questo caso specifico, il lavoro descrive la centralità della misura non solo in quanto strumento di rilievo digitale e di modellazione parametrica per la documentazione, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico perduto. Il progetto della chiesa di Sant'Agostino dimostra come una procedura consolidata come lo Scan-to-BIM possa essere applicata anche in edifici demoliti sfruttando fonti storiche frammentarie, il rilievo di parti di edificio eventualmente ancora esistenti e dello spazio urbano consentendo comunque una rappresentazione dettagliata e accurata della geometria e dei materiali. Nel mantenere una valutazione accurata delle dimensioni e delle proporzioni nell'uso della modellazione digitale, per garantire che la ricostruzione rispetti l'autenticità e l'integrità del patrimonio culturale perduto. Inoltre, si evidenzia come sia necessario dotarsi di uno strumento come il CDE che va oltre il modello informativo per poter garantire la coerenza tra le fonti scritte e il modello work in progress con i suoi dati geometrici. Questo approccio non solo permette di superare le barriere imposte dalla perdita fisica dei monumenti storici, ma apre anche nuove prospettive per comprendere le dinamiche evolutive del patrimonio culturale nel tempo.

Parole chiave

edifici demoliti, BIM, Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat), Sant'Agostino, rilievo digitale.



Chiesa di Sant'Agostino - Padova. Sovrapposizione del modello BIM della ricostruzione storica con il rilievo digitale attuale dell'area. Elaborazione dell'autrice.

Introduzione

Nella ricerca contemporanea sulla conservazione del patrimonio culturale, la ricostruzione digitale tramite il Building Information Modeling (BIM) emerge come una pratica consolidata che armonizza la tecnologia digitale con la valorizzazione del patrimonio storico [Murphy M. et al. 2009, Osello A. et al. 2018]. Questo studio esamina il caso della Chiesa di Sant'Agostino a Padova, un edificio del XIV secolo demolito nel 1819 per far posto a un ospedale militare [Merotto Ghedini 1995], evidenziando come l'uso di tecnologie avanzate e processi di gestione informatizzati possa non solo facilitare l'analisi storica, ma anche contribuire alla conservazione della memoria di architetture scomparse [Lichieri A. 2016] (fig.1).

Attraverso l'uso di fonti scritte e rappresentazioni figurative, il rilievo e la modellazione BIM specificamente calibrati per il contesto di un manufatto non più esistente, il progetto dimostra l'efficacia di un approccio multidisciplinare [Huffman K. L. & Giordano A. 2021] che integra soluzioni tecniche di origine ingegneristica, promuovendo un'indagine approfondita dell'oggetto di studio [Sacks R, 2018]. La sfida è stata quella di ricostruire digitalmente l'edificio, sfruttando e gestendo fonti storiche frammentarie, tecniche avanzate di modellazione BIM e piattaforme di gestione di progetti di edilizia, come i Common Data Environment (ACDat o CDE) [Gerrits P. & Pilling A. 2021] [1], adeguatamente adattate al contesto del patrimonio culturale di un'opera non più esistente. È stato anche definito un processo di lavoro BIMbased che implementa soluzioni tecnologiche sviluppate nel campo dell'ingegneria applicata, consentendo al team di approfondire lo studio della chiesa medievale in maniera sinergica [Bernardello R.A. e Merlo V., 2022].

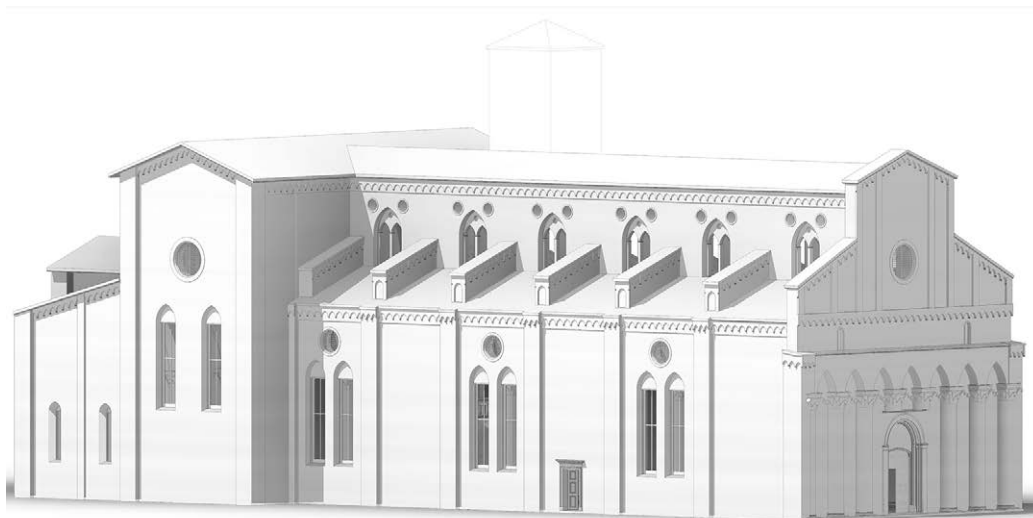


Fig. 1. Modello BIM della ricostruzione storica della Chiesa perduta di Sant'Agostino a Padova, vista dell'esterno. Elaborazione dell'autrice.

Sfide nella modellazione di un edificio non più esistente

Nel processo di modellazione della Chiesa di Sant'Agostino, tre fattori principali hanno guidato l'approccio metodologico. In primo luogo, la condizione fondamentale era rappresentata dall'assenza fisica dell'edificio, originariamente costruito tra il 1226 e il 1275 e demolito nel 1819 per la realizzazione di un ospedale militare. La necessità di compensare questa assenza ha richiesto la creazione di un modello informativo basato su dati storici limitati, integrando la documentazione grafica con i segni urbani sopravvissuti nel tempo.

Il secondo elemento chiave era la scarsa disponibilità di informazioni e documenti grafici d'archivio. Le fonti storiche esistenti, comprese piante e documenti, erano frammentarie e mancanti di dettagli affidabili, soprattutto riguardo agli interni. Documenti come la Pianta del

Valle del XVIII secolo offrivano una panoramica della distribuzione degli spazi interni, sebbene mancassero di specifiche sugli elementi architettonici e decorativi. Allo stesso modo, il Catasto Napoleonico forniva indicazioni sulla massa generale dell'edificio, ma le rappresentazioni visive, principalmente orientate verso sud, lasciavano numerose incertezze riguardo ad altri aspetti dell'edificio, rendendo complessa una ricostruzione completa dell'esterno.

Il terzo fattore riguardava l'accesso limitato ai dati non grafici e le restrizioni imposte dalla documentazione disponibile, generalmente fondamentale per la ricostruzione geometrica del patrimonio costruito. In particolare, determinare dettagli come l'altezza del campanile e le dimensioni generali della chiesa si è rivelato essenziale ma problematico, a causa della mancanza di informazioni dettagliate.

Queste sfide hanno imposto la necessità di un approccio innovativo e interdisciplinare alla modellazione digitale, sfruttando un'integrazione efficace tra interpretazioni storiche, confronti con edifici contemporanei e l'applicazione di tecniche di modellazione all'avanguardia. Ciò ha consentito di superare le limitazioni informative e sviluppare una rappresentazione digitale il più fedele possibile alla struttura medievale, sottolineando l'importanza di una metodologia accurata che consideri le dimensioni storiche, la contestualizzazione urbana e la precisione architettonica nella ricostruzione del patrimonio culturale demolito [Garagnani S. & Manferdini A. M. 2013](fig.2).

Il processo di lavoro per la creazione del modello digitale della Chiesa di Sant'Agostino a Padova mette in luce un progetto mirato a riscoprire e rivivere digitalmente il patrimonio culturale perduto. L'obiettivo, stabilito dall'area disciplinare della Rappresentazione, era quello di superare le limitazioni attraverso l'uso sinergico di tecnologie avanzate e metodologie di ricerca innovative, stabilendo un ponte tra passato e presente e offrendo nuove prospettive sul patrimonio culturale medievale di Padova.

Il rilievo digitale dell'area, l'allineamento dei piani storici con tecnologie di mappatura avanzate, l'adozione della metodologia BIM e l'utilizzo di una piattaforma CDE sono stati i pilastri del processo di modellazione 3D.

Questi strumenti e tecniche hanno permesso di affrontare le sfide imposte dalla mancanza di dati fisici e grafici dettagliati, aprendo la strada a una comprensione profonda e a una rappresentazione accurata della Chiesa di Sant'Agostino nella sua forma originale, in sinergia con l'analisi e l'interpretazione storica. Inoltre, l'abilitazione di una piattaforma digitale ha facilitato la collaborazione tra i membri del team di progetto e consentito l'accesso alle informazioni in modo centralizzato e strutturato.

La piattaforma non solo ha supportato la gestione dei dati e dei documenti relativi al progetto, ma ha anche fornito strumenti interattivi per la visualizzazione del modello, migliorando significativamente il processo decisionale e la condivisione delle conoscenze tra gli specialisti coinvolti. Attraverso l'uso di questa tecnologia, è stato possibile integrare dati storici, architettonici e materiali in un unico ambiente digitale, promuovendo una interpretazione e una ricostruzione più accurata del sito storico.

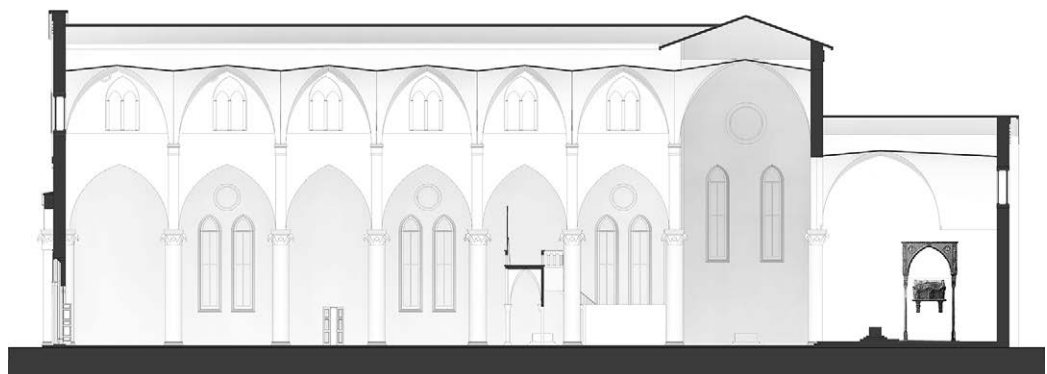


Fig. 2. Sezione longitudinale verso est della chiesa di Sant'Agostino. È possibile vedere l'ipotesi di ricostruzione del tramezzo e delle tombe (nella vista Tomba di Jacopo da Carrara) oggi conservate nella chiesa degli Eremitani. Elaborazione dell'autrice.

Rilievo Digitale dell'Area e del Contesto Urbano

Nel contesto del progetto di ricostruzione della Chiesa di Sant'Agostino, il rilievo digitale dell'area circostante la sua ubicazione originale è stato un'azione preliminare cruciale.

L'area è attualmente una zona di cantiere di riqualificazione, con vegetazione spontanea e materiale da costruzione e demolizione sparso.

La fase di rilievo ha messo in luce l'importanza della misurazione e della precisione nel determinare l'esatta area precedentemente occupata dall'edificio, adottando un approccio che parte dal contesto urbano e converge verso l'analisi dettagliata dell'edificio stesso.

La metodologia adottata ha originato una mappatura accurata e 3D dell'area di interesse, prestando particolare attenzione all'identificazione di riferimenti urbani storici costanti, come il secondo chiostro del convento adiacente e il ponte di Sant'Agostino (fig. 3).

Questi elementi, insieme ad altri edifici civili nelle vicinanze, hanno fornito indicazioni indispensabili per contestualizzare l'edificio nel suo ambiente storico e urbano, offrendo spunti sulla sua evoluzione nel tempo e sulle interazioni con il tessuto architettonico circostante.

L'identificazione corretta dei punti di riferimento urbani si è rivelata fondamentale per stabilire un quadro di riferimento accurato per la modellazione digitale, fungendo da punti di ancoraggio per le fonti storiche e consentendo l'integrazione delle diverse rappresentazioni dell'edificio e del suo contesto.

Il processo riflette l'importanza attribuita alla misurazione e alla sua applicazione nei contesti di conservazione digitale, come evidenziato dallo sviluppo di metodologie avanzate per la documentazione del patrimonio culturale.

È stato eseguito un rilievo con laser scanner statico e dato colore, mediante con 37 scansioni dell'area. Si è ottenuta così una nuvola con una sovrapposizione minima stimata del 26,5 %, un errore massimo di 0,32 mm e un errore significativo di 2,1 mm. Il numero totale di punti è 361 659 000 con una risoluzione di 1,5 cm (fig.4).

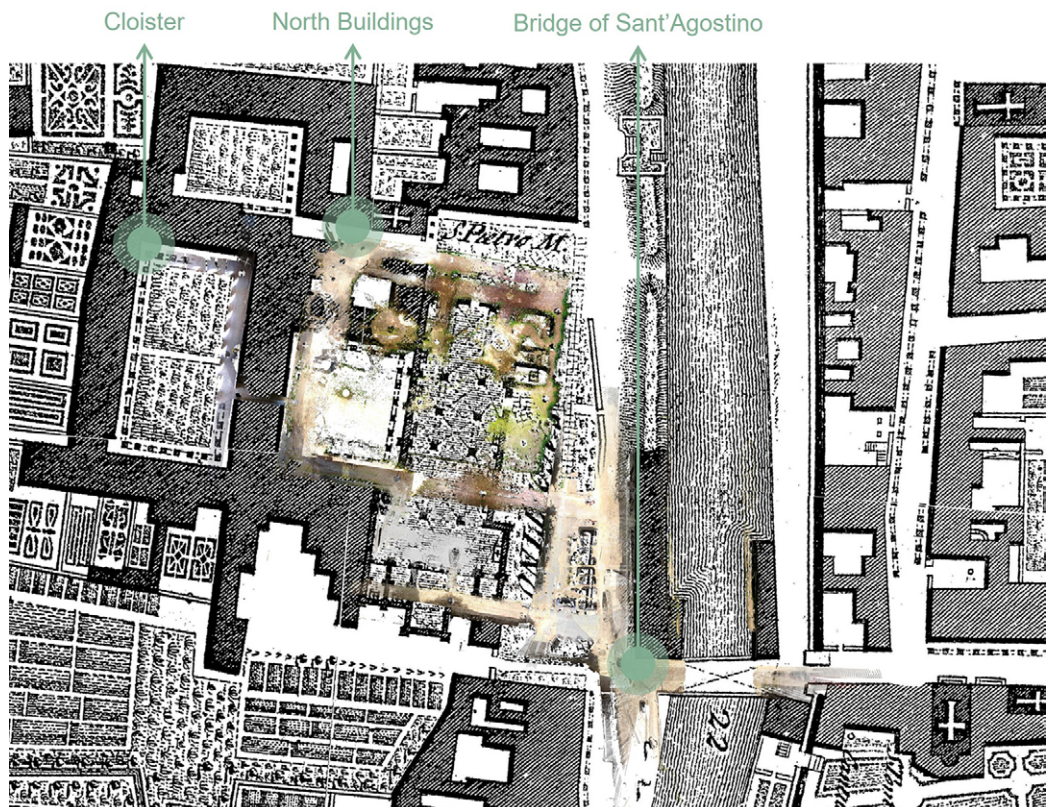


Fig. 3. Vista in pianta, sovrapposizione della Pianta del Valle con il rilievo della nuvola di punti. Sono evidenziati i punti di ancoraggio per la sovrapposizione delle viste in pianta rispetto alla nuvola di punti. Elaborazione dell'autrice.



Fig. 4 Rilievo digitale dell'area dove si trovava la Chiesa di Sant'Agostino, con le posizioni di scansione evidenziate in blu nella mappa di profondità. Elaborazione dell'autrice.

La combinazione delle piante disponibili, inclusi la Pianta del Valle e il Catasto Napoleonico, con una nuvola di punti e mappe urbane aggiornate ha permesso di ottenere dimensioni precise a livello urbano, facilitando un confronto dettagliato tra le misurazioni storiche e le informazioni architettoniche moderne. La capacità di integrare e confrontare direttamente le informazioni storiche con i dati moderni ha offerto nuove prospettive sulla struttura originale e sul suo contesto urbano, arricchendo la comprensione dell'ambiente storico della chiesa e delle sue interazioni con il tessuto urbano circostante. Questo non solo ha migliorato la qualità della ricostruzione digitale, ma ha anche fornito una base più solida per la ricerca storica del manufatto quattrocentesco, andando anche a migliorare e modificare quanto stabilito in precedenza [Merotto Ghedini 1995, pp.130-134].

La metodologia BIM

La fase cruciale nel processo di ricostruzione della Chiesa di Sant'Agostino è stata l'adozione della metodologia BIM. Il BIM ha permesso la modellazione parametrica dell'edificio, consentendo una rappresentazione digitale dettagliata degli elementi architettonici. L'uso della metodologia BIM nel progetto di ricostruzione digitale della chiesa ha portato significativi benefici [Kuroczyński P. et al. 2023]. I vantaggi si sono manifestati in tre aspetti principali: la modellazione parametrica, la creazione di un database di oggetti collegati e l'analisi dettagliata delle relazioni spaziali, tutti elementi che hanno amplificato la comprensione e la valorizzazione del patrimonio storico e architettonico della chiesa.

La modellazione parametrica basata su oggetti offerta dal BIM ha consentito non solo la flessibilità nella modifica e nell'aggiornamento del modello digitale, ma anche l'accomodamento delle scoperte progressive degli storici dell'arte medievale e la verifica degli aspetti geometrici [Apollonio F. et al. 2021]. Questa caratteristica è stata cruciale, poiché ha permesso

l'integrazione di ipotesi e scoperte nella ricerca da più punti di vista, migliorando la precisione storica e architettonica del modello [Garagnani S, et al. 2019].

Il database di oggetti collegati, generato attraverso l'uso del BIM, ha influenzato la gestione e l'accesso ai dati relativi alla chiesa. Il sistema impiegato ha semplificato la catalogazione delle informazioni, dalle caratteristiche architettoniche agli elementi decorativi, e ha reso i dati accessibili per analisi approfondite a molteplici stakeholder. La centralizzazione delle informazioni in un unico database ha significativamente migliorato l'efficienza della ricerca, permettendo una gestione olistica del patrimonio informativo e facilitando lo scambio di conoscenze tra esperti di diverse discipline [Roussel R. & De Luca L. 2023].

L'analisi dettagliata delle relazioni spaziali tra gli elementi architettonici, resa possibile dal modello BIM, ha offerto una comprensione degli spazi interni ed esterni della chiesa. Questo approccio ha permesso l'esplorazione delle dinamiche tra i vari componenti della struttura, facendo luce su aspetti precedentemente poco documentati della configurazione spaziale e dell'uso degli spazi. La capacità di visualizzare e analizzare la chiesa in un contesto 3D ha arricchito la narrazione storica [Demetrescu E. et al. 2023].

Le principali caratteristiche del modello nella sua ricostruzione medievale

La strategia metodologica adottata ha superato gli ostacoli presentati dall'assenza fisica dell'edificio e dalle limitazioni della documentazione esistente, garantendo un risultato di alta precisione storica e architettonica. Le principali caratteristiche del modello nella sua ricostruzione medievale hanno riguardato vari fattori.

Un allineamento coerente con il Ponte di Sant'Agostino è stato osservato attraverso un esame meticoloso delle rappresentazioni storiche, rivelando un'orientazione costante dell'abside della chiesa verso il ponte, nonostante le variazioni nelle misurazioni specifiche.

L'uniformità nella percezione dello spazio urbano ha fornito un punto di riferimento affidabile per la ricostruzione digitale. L'istituzione di una griglia di riferimento strutturale è stata raggiunta utilizzando piani urbani per definire un modulo geometrico preciso di 9,50 metri (fig.5).

Questo approccio ha guidato il processo di ricostruzione, assicurando la fedeltà alle proporzioni originali dell'edificio.



Fig. 5. Pianta della chiesa di Sant'Agostino nella sua ricostruzione trecentesca, sovrapposizione con la pianta del Valle. I moduli e le regole costruttive dell'epoca sono stati rispettati. Elaborazione dell'autrice.

Adottando i principi costruttivi medievali e confrontando la struttura con altre chiese gotiche del Veneto, come Sant'Anastasio a Treviso, è stato applicato un metodo di ricostruzione basato su moduli quadrati e principi di simmetria. Il metodo ha rispettato gli stili architettonici del periodo (fig.6).

Un'analisi approfondita delle viste esterne, in particolare quelle di Bellucco e Urbani, ha facilitato l'identificazione di elementi architettonici chiave come le aperture nelle navate laterali, definendo così la facciata ovest dell'edificio.

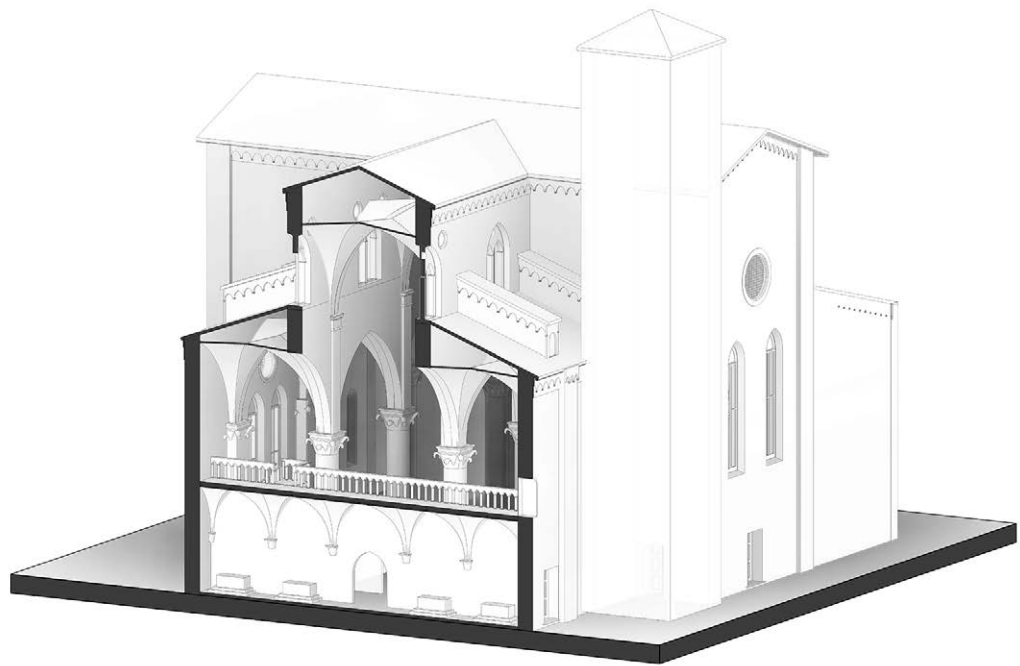


Fig. 6. Vista assometrica dell'area del presbitero, ricostruzione della Chiesa medievale di Sant'Agostino. Elaborazione dell'autrice.

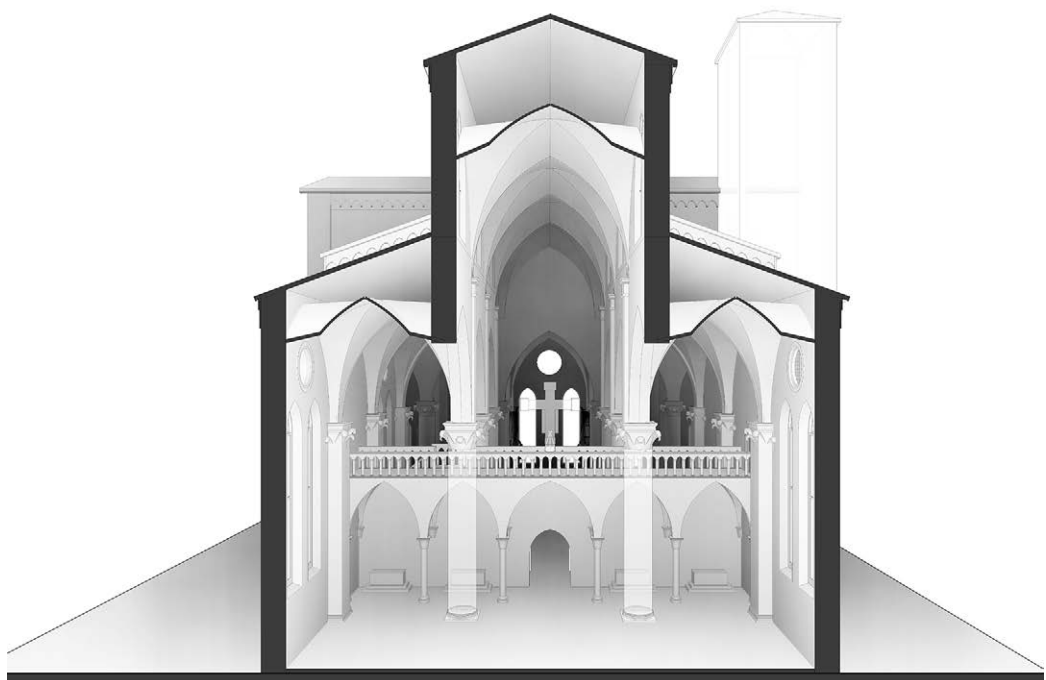


Fig. 7. Vista prospettica del Tramezzo, ricostruzione della configurazione medievale della Chiesa di Sant'Agostino. Elaborazione dell'autrice.

La ricostruzione dell'abside, tenendo conto della posizione del campanile e dell'accesso al primo chiostro, ha richiesto un confronto meticoloso con strutture simili per garantire la massima fedeltà al progetto originale. La determinazione delle posizioni degli altari, basata su fonti storiche e prove visive, ha aiutato a ricostruire la configurazione interna della chiesa e la posizione del Tramezzo. Una aggiunta che ha arricchito il modello digitale con dettagli cruciali per comprendere gli spazi liturgici.

Le caratteristiche descritte hanno significativamente migliorato la comprensione e l'apprezzamento del patrimonio storico e architettonico della chiesa, risultando in un modello ricostruito digitalmente che non solo rappresenta gli attributi fisici dell'edificio, ma anche la sua importanza nel contesto urbano e culturale della sua epoca (fig.7).

Piattaforma di condivisione dei dati

La piattaforma digitale progettata per il progetto funge da interfaccia avanzata per esplorare e interagire con il modello digitale della chiesa. Si riferisce a una piattaforma spesso usata nel mondo delle costruzioni che permette la gestione collaborativa dei progetti edili e infrastrutturali [Cornelius P. et al. 2018]. Integra la visualizzazione BIM con sovrapposizioni di viste 2D e accesso a documenti di archivi storici, permettendo un'immersione virtuale nello spazio della chiesa medievale.

La piattaforma aiuta il team di ricerca nello studio delle informazioni storiche, architettoniche e culturali, nonché nel contribuire con dati disciplinari per la ricostruzione. È utilizzata principalmente per l'analisi delle parti documentarie piuttosto che per la divulgazione [Borin P. et al. 2024].

Le caratteristiche principali includono visualizzazione interattiva 3D e 2D per una navigazione dettagliata, accesso a informazioni qualitative e quantitative del modello BIM e a dati online, annotazioni e commenti direttamente sui contenuti, e l'associazione di metadati con documenti per l'analisi. Inoltre, c'è un collegamento diretto tra documenti storici ed elementi del modello (fig. 8).

Il CDE è un database, basato sul modello BIM, raccoglie e centralizza tutte le informazioni acquisite e generate durante il progetto, inclusi documenti storici, trascrizioni, dati di rilievo, modelli digitali e metadati. Questa infrastruttura supporta efficacemente la gestione dei dati, la loro conservazione e condivisione, risultando cruciale per la collaborazione interdisciplinare (fig. 9).

Gli aspetti chiave della gestione dei dati includono: Categorizzazione: organizzare i dati in categorie logiche per un accesso e utilizzo più agevoli. Ad es. trascrizioni pdf dei documenti

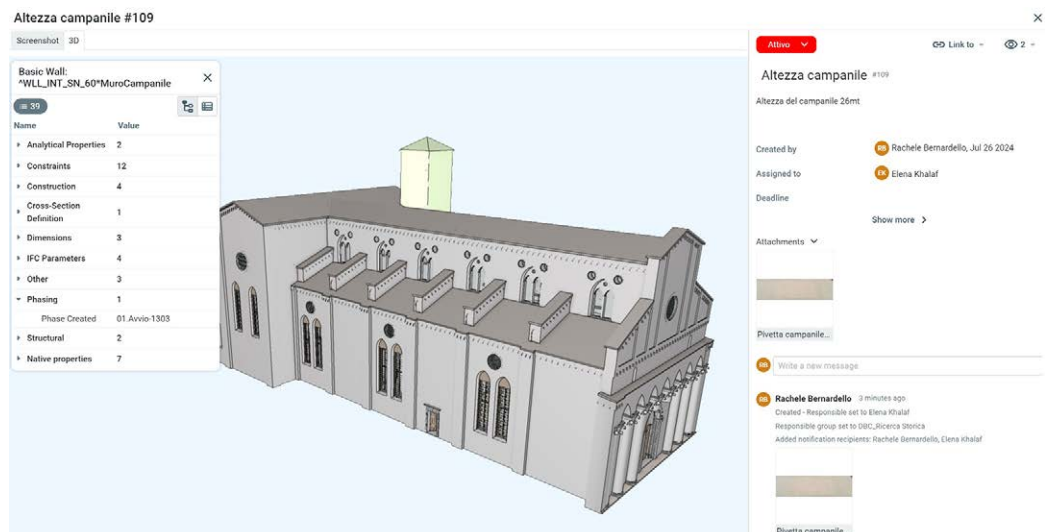


Fig. 8. Modello BIM caricato nel Common Data Environment. Proprietà e geometrie sono esplorabili dagli storici. È possibile visualizzare il collegamento tra un transunto di un documento d'archivio e la parte dell'edificio a cui si riferisce. Elaborazione dell'autrice.

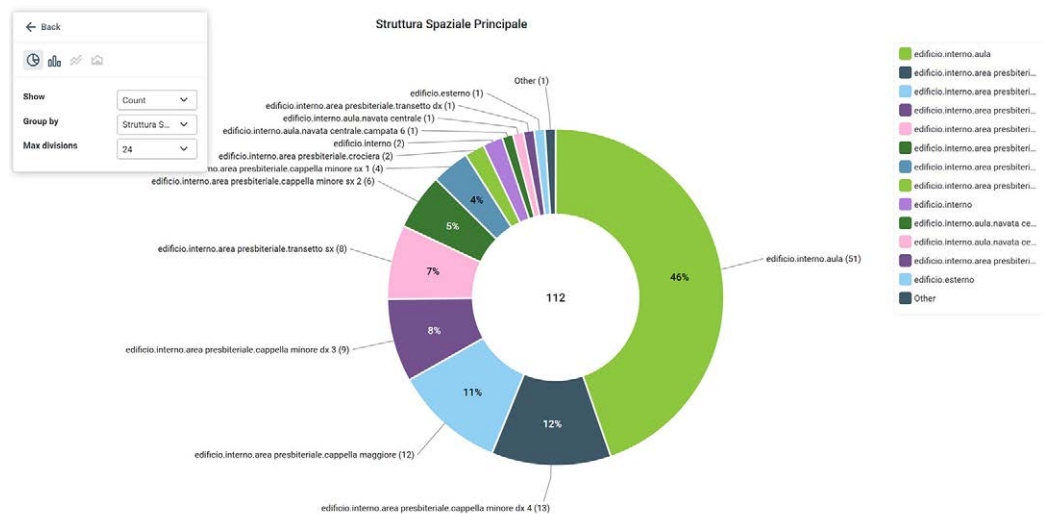


Fig. 9. I documenti sono caricati nel Common Data Environment. I metadati sono allegati per classificare e collegare le informazioni all'interno del modello BIM. Nell'immagine è visibile la query del database che raggruppa i documenti relativi alla Struttura Spaziale a cui si riferiscono. Elaborazione dell'autrice.

di archivio. Interoperabilità: garantita attraverso l'uso di standard aperti, come lo standard IFC, per assicurare la compatibilità dei dati, la prontezza per il futuro e la sostenibilità, promuovendo l'interoperabilità con varie piattaforme e strumenti di analisi. Questo significa che i modelli possono essere realizzati con differenti strumenti di modellazione a seconda delle caratteristiche dell'edificio. Accessibilità: implementata tramite politiche di accesso aperto, incoraggiando la comunità scientifica e il pubblico a esplorare e utilizzare i dati del progetto. Strumenti di Analisi Spaziale: permettono l'esame delle relazioni tra elementi architettonici e la valutazione dell'uso degli spazi interni ed esterni, offrendo nuove prospettive sulla struttura e l'uso originale della chiesa.

Conclusioni

In conclusione, i metodi di Rappresentazione nella ricostruzione BIM della chiesa di Sant'Agostino non solo dimostrano l'applicazione pratica delle tecnologie digitali nella ricostruzione architettonica, ma incarnano anche l'importanza della misurazione come concetto fondamentale nella documentazione e interpretazione del patrimonio culturale. Questo approccio sottolinea il ruolo critico delle dimensioni e della modellazione parametrica nella ricostruzione digitale, offrendo una metodologia replicabile che può essere applicata a futuri progetti di conservazione.

Tuttavia, è riconosciuta la necessità di ulteriori esplorazioni delle metodologie di misurazione e modellazione digitale, considerando le potenziali contraddizioni e le sfide tecniche associate. La piattaforma digitale utilizzata nel caso di Sant'Agostino rappresenta un passo avanti nel tentativo di superare queste sfide. L'integrazione di nuovi strumenti e metodologie deve essere attentamente valutata per garantire che la digitalizzazione del patrimonio culturale non solo faciliti la comprensione storica e architettonica, ma rispetti anche l'integrità e l'autenticità dei manufatti storici e delle ipotesi correlate.

Riconoscimenti

Il presente lavoro è stato sviluppato all'interno del progetto "Anastilos digitale e interpretazione interattiva degli spazi: Sant'Agostino a Padova come laboratorio esemplare". Coordinato dalla Prof.ssa C. Guarnieri e in collaborazione con la dott.ssa phd E. Khalaf, che si è occupata della ricerca archivistica. La restituzione BIM delle tombe a cura del prof. Paolo Borin, ad oggi conservate nella chiesa degli Eremitani è stato svolto all'interno del progetto FSE "Metodologie per l'acquisizione, l'elaborazione e la comunicazione di dati relativi ai beni culturali e per il progetto architettonico e tecnologico di interventi atti alla loro conservazione e al miglioramento della fruizione turistico-culturale".

Note

[1] Il concetto di Common Data Environment (CDE) fa parte della metodologia BIM nella traduzione italiana è tradotto nelle normative di riferimento come Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat). Nella comune prassi italiana vengono usati entrambi gli acronimi.

Riferimenti bibliografici

Apollonio F. I., Fallavollita F., & Foschi R. (2021). The Critical Digital Model for the Study of Unbuilt Architecture. *Communications in Computer and Information Science*, 1501 CCIS, 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93186-5_1

Bernardello R. A. & Merlo V. (2022). Nuovi metodi per l'analisi storica. Processi BIM per la catalogazione e lo studio del monastero di San Nicolò del Lido. Parte I. Processo digitale basato su metodi BIM per l'analisi storica. *Ateneo Veneto, CCVIII*, (20/II), 51–82.

Borin P. et al. (2024). Knowledge Process Management and BIM Platform-Based Solution for the Reconstruction of the German Opera House Building [JD]. *SCIRES-IT - Scientific RESearch and Information Technology*, 14(1). <https://doi.org/10.2423/122394303v14n1p63>

Cornelius P. et al. (2018). Common Data Environment. In Borrmann André, M. and König, and K. Christian, & and B. Jakob (Eds.), *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice* (pp. 279–291). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_15

Demetrescu E., Fanini B., & Cocca E. (2023). An Online Dissemination Workflow for the Scientific Process in CH through Semantic 3D: EMtools and EMviq Open Source Tools. *Heritage*, 6(2), 1264–1276. <https://doi.org/10.3390/heritage6020069>

Garagnani S. & Manferdini A. M. (2013). Parametric accuracy: Building information modeling process applied to the cultural heritage preservation. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XL-5/W1. 87-92. [10.5194/isprsarchives-XL-5-W1-87-2013](https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W1-87-2013).

Garagnani S., Cancilla A., & Masina E. (2019). Understanding the design intent through the analysis of Renaissance drawings. The digital reconstruction of an unbuilt mausoleum by Giuliano da Sangallo. *SCIRES-IT - Scientific RESearch and Information Technology*, 9(2), 57–68.

Gerrits P., Pilling A. (2021). Das neue Bauen mit BIM und Lean: Praxisbeispiel eines mittelständischen Bauprojekts der öffentlichen Hand. Austria: DIN Media GmbH.

Huffman K. L., & Giordano A. (2021). Visualizing Venice to Visualizing Cities - Advanced Technologies for Historical Cities Visualization. *Communications in Computer and Information Science*, 1501 CCIS, 171–187. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93186-5_8

Kuroczyński P. et al. (2023). SCIENTIFIC REFERENCE MODEL – DEFINING STANDARDS, METHODOLOGY AND IMPLEMENTATION OF SERIOUS 3D MODELS IN ARCHAEOLOGY, ART AND ARCHITECTURAL HISTORY. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2, 895–902. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-895-2023>

Licheri A. (2016). Prospettive sull'utilizzo del Building Information Modelling (BIM) in archeologia, in Basso P. Caravale A. Grossi P. (eds.), *ARCHEOFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del IX Workshop (Verona, 19-20 giugno 2014)*, «Archeologia e Calcolatori», 8, pp. 197-202.

Merotto Ghedini M. & Lorenzoni, G. (1995). La chiesa di Sant'Agostino in Padova: storia e ricostruzione di un monumento scomparso. Padova. *Ars et fabrical*.

Murphy M. et al. (2009). Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), 311–327.

Osello A, Lucibello G, Morgagni F. (2018) HBIM and Virtual Tools: A New Chance to Preserve Architectural Heritage. *Buildings*.8(1):12. <https://doi.org/10.3390/buildings8010012>

Roussel R., & De Luca L. (2023). AN APPROACH TO BUILD A COMPLETE DIGITAL REPORT OF THE NOTRE DAME CATHEDRAL AFTER THE FIRE, USING THE AIOLI PLATFORM. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2, 1359–1365. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-1359-2023>

Sacks R. et al (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Regno Unito. Wiley.

Autrice

Rachele Angela Bernardello, Università degli Studi di Padova, rachele.bernardello@unipd.it

Per citare questo capitolo: Rachele A. Bernardello (2024). BIM come misura: svelare l'architettura perduta di Sant'Agostino / BIM Precision Tools: Unveiling Sant'Agostino Lost Architecture. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 859-878.

BIM Precision Tools: Unveiling Sant'Agostino Lost Architecture

Rachele Angela Bernardello

Abstract

This study explores the use of Building Information Modeling (BIM) methodology in the digital reconstruction of demolished cultural heritage, with a particular focus on the medieval configuration of the Church of Saint Agostino in Padua. Through the analysis of this specific case, the work describes the centrality of measurement not only as a tool for digital surveying and parametric modeling but also as a fundamental relational node in Common Data Environment (CDE) platforms for documentation, conservation, and enhancement of architectural heritage. The project of the Church of Saint Agostino demonstrates how a consolidated procedure like Scan-to-BIM can be applied even to demolished buildings by utilizing fragmentary historical sources, the survey of any existing building parts, and the urban space, thus allowing a detailed and accurate representation of geometry and materials. Maintaining an accurate assessment of dimensions and proportions in digital modeling is crucial to ensure that the reconstruction respects the authenticity and integrity of the lost cultural heritage. Furthermore, it highlights the necessity of employing a tool like the CDE that goes beyond the informational model to ensure coherence between written sources and the work-in-progress model with its geometric data. This approach not only allows overcoming the barriers imposed by the physical loss of historical monuments but also opens new perspectives for understanding the evolutionary dynamics of cultural heritage over time.

Keywords

demolished building, BIM, Common Data Environment (CDE), Sant'Agostino, digital survey.



Church of Sant'Agostino - Padua: overlapping of the BIM model of the historical reconstruction with the current digital survey of the area. Elaboration by the author.

Introduction

In contemporary research on cultural heritage conservation, digital reconstruction using Building Information Modeling (BIM) emerges as a best practice that harmonizes digital technology with the valorisation of historical heritage [Murphy M. et al. 2009, Osello A. et al. 2018]. This study examines the case of the Church of Sant'Agostino in Padua, a 14th-century building demolished in 1819 to make way for a military hospital [Merotto Ghedini 1995], highlighting how the use of advanced technologies and computerized management processes can not only facilitate historical analysis but also contribute to the preservation of the memory of missing architectures [Lichieri A. 2016] (fig.1).

Using written sources and figurative representations, as well as digital surveys and BIM modeling specifically calibrated for the context of a no longer existing building, the project demonstrates the effectiveness of a multidisciplinary approach [Huffman K. L. & Giordano A. 2021] that integrates technical engineering solutions, promoting an in-depth investigation of the object [Sacks R, 2018]. The challenge was to digitally reconstruct the building by leveraging and managing fragmentary historical sources, advanced BIM modeling techniques, and construction project management platforms, such as Common Data environment CDE [Gerrits P. & Pilling A. 2021] [1], adequately adapted to the cultural heritage context of a no longer existing building.

A BIM-based work process was also defined, implementing technological solutions developed in the field of applied engineering, allowing the team to deepen the study of the medieval church in a synergistic manner [Bernardello R.A. e Merlo V., 2022].

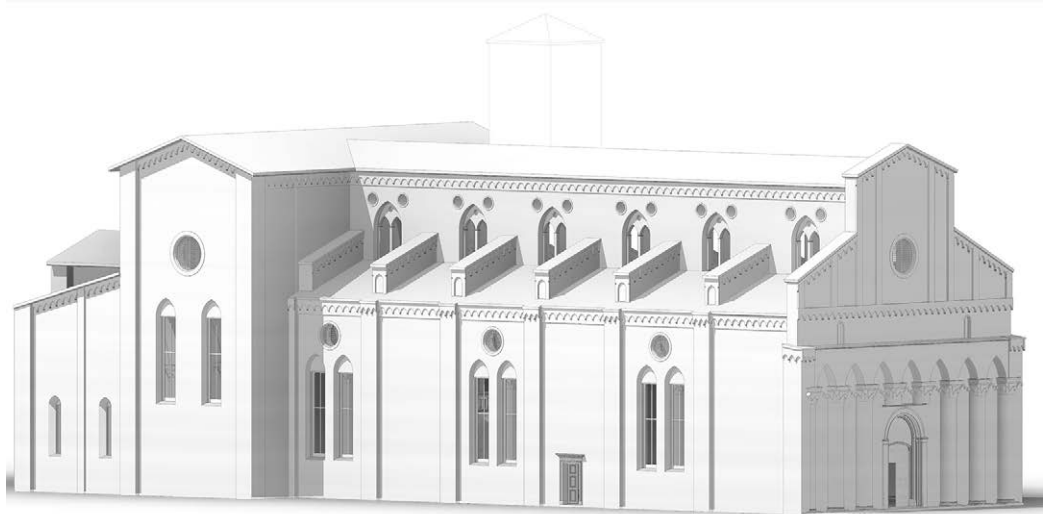


Fig. 1. BIM model of the historical reconstruction of the lost Church of Sant'Agostino in Padua, exterior view. Elaboration by the author.

Challenges of Modeling a Non-Existent Building

In the modeling process of the Church of Saint Agostino, three main factors guided the methodological approach. Firstly, the fundamental condition was represented by the physical absence of the building, originally constructed between 1226 and 1275 and demolished in 1819 for the realization of a military hospital. The need to compensate for this absence required the creation of an informative model based on limited historical data, integrating graphic documentation with urban landmarks that survived over time.

The second key element was the scarce availability of information and archival graphic documents. Existing historical sources, including plans and documents, were fragmentary and lacking in reliable details, especially regarding the interiors. Documents like the 18th-century

Pianta del Valle offered an overview of the internal space distribution, although they lacked specifics on architectural and decorative elements. Similarly, the Napoleonic Cadastre provided indications on the general bulk of the building, but visual representations, mainly oriented towards the south, left numerous uncertainties regarding other aspects of the building, making a complete exterior reconstruction complex.

The third factor concerned the limited accessibility to non-graphical data and the restrictions imposed by the available documentation, generally fundamental for the geometric reconstruction of built heritage. In particular, determining specifics such as the height of the bell tower and the general dimensions of the church proved essential but challenging, due to the lack of detailed information.

These challenges imposed the need for an innovative and interdisciplinary approach to digital modeling, leveraging an effective integration between historical interpretations, comparisons with contemporary buildings, and the application of cutting-edge modeling techniques. This allowed overcoming informational limitations and developing a digital representation as faithful as possible to the medieval structure, emphasizing the importance of an accurate methodology that considers historical dimensions, urban contextualization, and architectural precision in the reconstruction of demolished cultural heritage [Garagnani S. & Manferdini A. M. 2013] (fig.2).

The work process for the digital model creation of the Church of Saint Agostino in Padua highlights a project aimed at rediscovering and digitally reliving lost cultural heritage. The objective, set by the disciplinary area of Representation, was to overcome limitations through the synergistic use of advanced technologies and innovative research methodologies, establishing a bridge between past and present and offering new perspectives on Padua's medieval cultural heritage.

The digital survey of the area, the alignment of historical plans with advanced mapping technologies, the adoption of the BIM methodology, and the use of a CDE - Common Data Environment platform were the mainstays of the 3D I modeling process.

These tools and techniques allowed navigating through the challenges imposed by the lack of detailed physical and graphical data, paving the way for a deep understanding and accurate representation of the Church of Saint Agostino in its original form, in synergy with historical analysis and interpretation. Secondly, enabling a digital platform to facilitate collaboration among project team members and allow access to information in a centralized and structured manner.

This platform not only supported the management of data and documents related to the project but also provided interactive tools for model visualization, significantly improving the decision-making process and knowledge sharing among involved specialists.

Through the use of this technology, it was possible to integrate historical, architectural, and material data into a single digital environment, promoting a more accurate interpretation and reconstruction of the historic site.

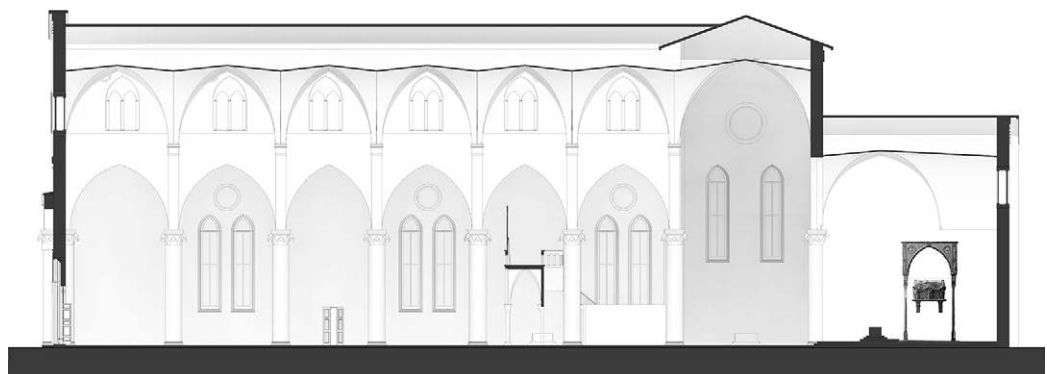


Fig. 2. Longitudinal section facing east of the Church of Sant'Agostino. The reconstruction hypothesis of the "Tramezzo" and the tombs (in the view Tomb of Jacopo da Carrara) currently preserved in the Church of the Eremitan can be seen. Elaboration by the author

Digital Survey of the Area and the Urban Context

In the context of the reconstruction project of the Church of Sant'Agostino, the digital survey of the area surrounding its original location was a crucial preliminary action. The area is currently a redevelopment construction site, with spontaneous vegetation and scattered construction and demolition materials.

The survey phase highlighted the importance of measurement and precision in determining the exact area previously occupied by the building, adopting an approach that starts from the urban context and converges towards a detailed analysis of the building itself.

The adopted methodology resulted in an accurate 3D mapping of the area of interest, paying particular attention to the identification of constant historical urban references, such as the second cloister of the adjacent convent and the Sant'Agostino bridge (fig. 3).

These elements, along with other nearby civil buildings, provided essential clues for contextualizing the building within its historical and urban environment, offering insights into its transformation over time and its interactions with the surrounding architectural landscape.

The correct identification of urban reference points proved fundamental for establishing an accurate framework for digital modeling, serving as anchor points for historical sources and enabling the integration of various representations of the building and its context.

The process reflects the importance attributed to measurement and its application in digital conservation contexts, as evidenced by the development of advanced methodologies for cultural heritage documentation.

A static laser scanner survey was conducted, and color data was captured through 37 scans of the area. This resulted in a point cloud with an estimated minimum overlap of 26.5%, a maximum error of 0.32 mm, and a significant error of 2.1 mm. The total number of points is 361,659,000 with a resolution of 1.5 cm (fig. 4).

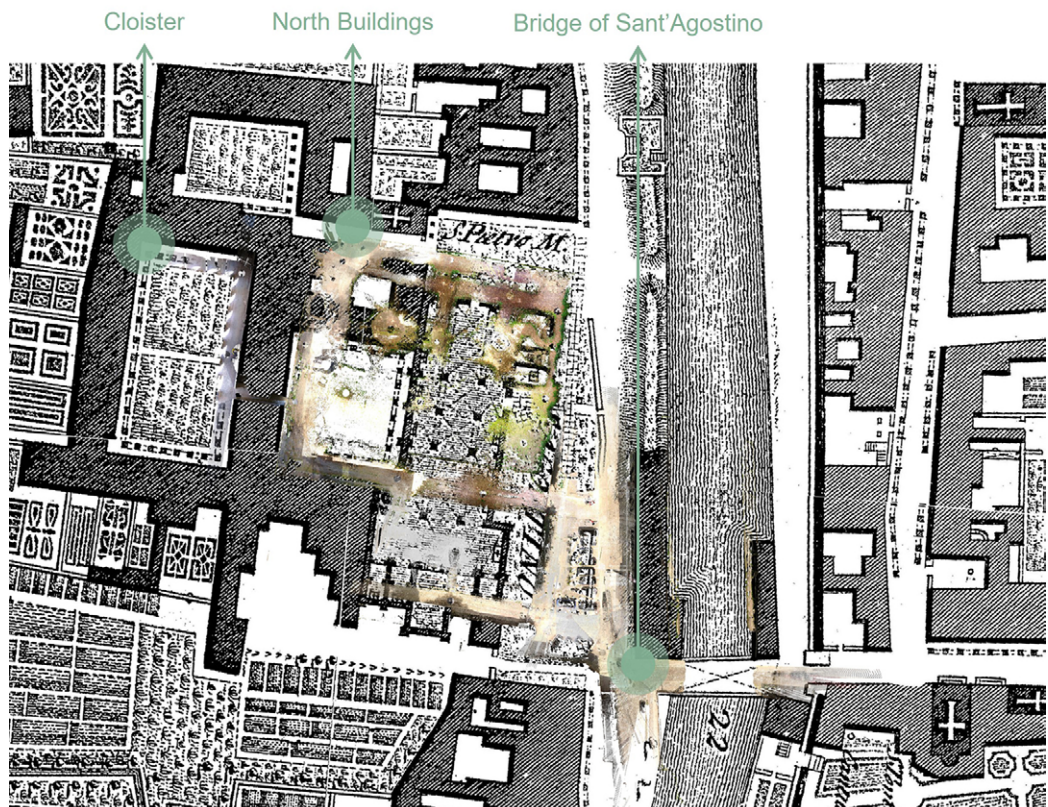


Fig. 3. Plan view, overlay of Pianta del Valle with the point cloud survey. The anchor point for the overlapping of the plan views against the point cloud are highlighted. Elaboration by the author.

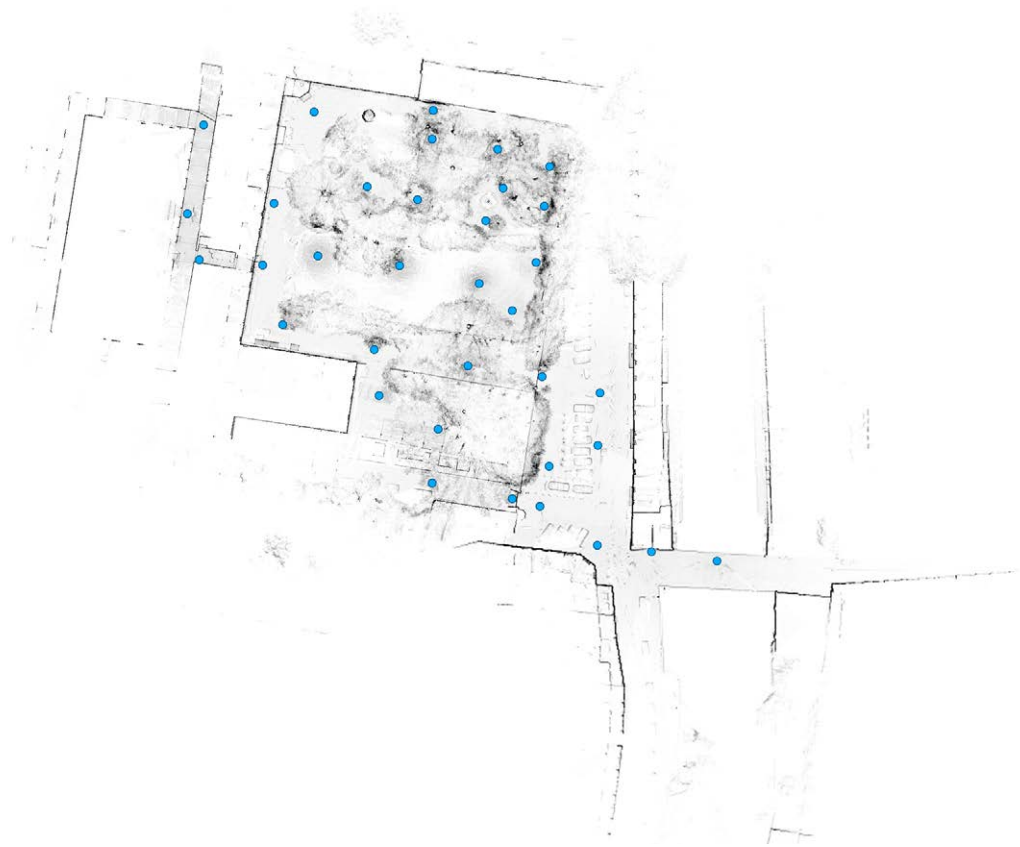


Fig. 4 Digital Survey of the Area where the Sant'Agostino church was located. Scan Position are in blue highlighted in the depth map. Elaboration by the author.

The combination of the available plans, including the Pianta del Valle and the Napoleonic Cadastre, with a point cloud and updated urban maps allowed for obtaining precise dimensions at the urban level, facilitating a detailed comparison between historical measurements and modern architectural information. The ability to directly integrate and compare historical information with modern data offered new perspectives on the original structure and its urban context, enriching the understanding of the church's historical environment and its interactions with the surrounding urban fabric. This not only improved the quality of the digital reconstruction but also provided a more solid foundation for the historical research of the fourteenth-century artifact, also improving and modifying previous conclusions [Merotto Ghedini 1995, pp.130-134].

The BIM Methodology

The crucial phase in the reconstruction process of the Church of Saint Agostino was the adoption of the BIM methodology. BIM enabled parametric modeling of the building, allowing for a detailed digital representation of architectural elements. The use of the BIM methodology in the digital reconstruction project of the Church brought significant benefits [Kuroczyński P. et al. 2023]. These advantages are manifested in three main aspects: parametric modeling, the creation of a linked object database, and the detailed analysis of spatial relationships, all of which have amplified the understanding and valorization of the church's historical and architectural heritage.

The object-based parametric modeling offered by BIM allowed not only flexibility in modifying and updating the digital model, accommodating the progressive discoveries of medieval art historians and their verification of geometric aspects [Apollonio F. et al. 2021]. This feature was crucial, as it enabled the integration of hypotheses and discoveries in research

from multiple viewpoints, improving the historical and architectural precision of the model [Garagnani S, et al. 2019]. The linked object database, generated through the use of BIM, influenced the management and access to data related to the Church.

This system simplified the cataloging of information, from architectural features to decorative elements, and made the data accessible for deeper analyses to multiple stakeholders. The centralization of information in a single database significantly improved research efficiency, allowing for a holistic management of the informational heritage and facilitating knowledge exchange among experts from different disciplines [Roussel R. & De Luca L. 2023].

The detailed analysis of the spatial relationships between architectural elements, made possible by the BIM model, offered an understanding of the church's interior and exterior spaces. This approach allowed for the exploration of the dynamics among various components of the structure, shedding light on previously under-documented aspects of spatial configuration and the use of spaces. The ability to visualize and analyze the church in a 3D context enriched the historical narrative [Demetrescu E. et al. 2023].

The main features of the model in its medieval reconstruction

The assumed methodological strategy overcame the obstacles presented by the building's physical absence and the limitations of existing documentation, ensuring a result with high historical and architectural accuracy. The model's main features in its medieval reconstruction encompassed multiple factors.

A consistent alignment with the Saint Agostino Bridge was observed through meticulous examination of historical depictions, revealing a steady orientation of the church's apse towards the bridge, despite variations in specific measurements. This uniformity in the perception of urban space provided a reliable reference point for the digital reconstruction. The establishment of a structural reference grid was achieved by utilizing urban plans to define a precise geometric module of 9.50 meters (fig.5).

The approach described guided the reconstruction process, ensuring fidelity to the original building proportions. By adopting medieval construction principles and comparing the structure with other Gothic churches in Veneto, such as Saint Anastasio in Treviso, a reconstruction method based on square modules and symmetry principles was applied.



Fig. 5. Plan of the Church of Sant'Agostino of the 14th-century reconstruction, overlapping with the Pianta del Valle. The modules and construction rules of the time have been considered. Elaboration by the author.

This method respected the architectural styles of the period (fig.6). An in-depth analysis of external views, particularly those by Bellucco and Urbani, facilitated the identification of key architectural elements like the openings on the side naves, thereby defining the building's west facade.

Reconstructing the apse, taking into account the bell tower's position and the access to the first cloister, necessitated a meticulous comparison with similar structures to ensure the highest fidelity to the original design.

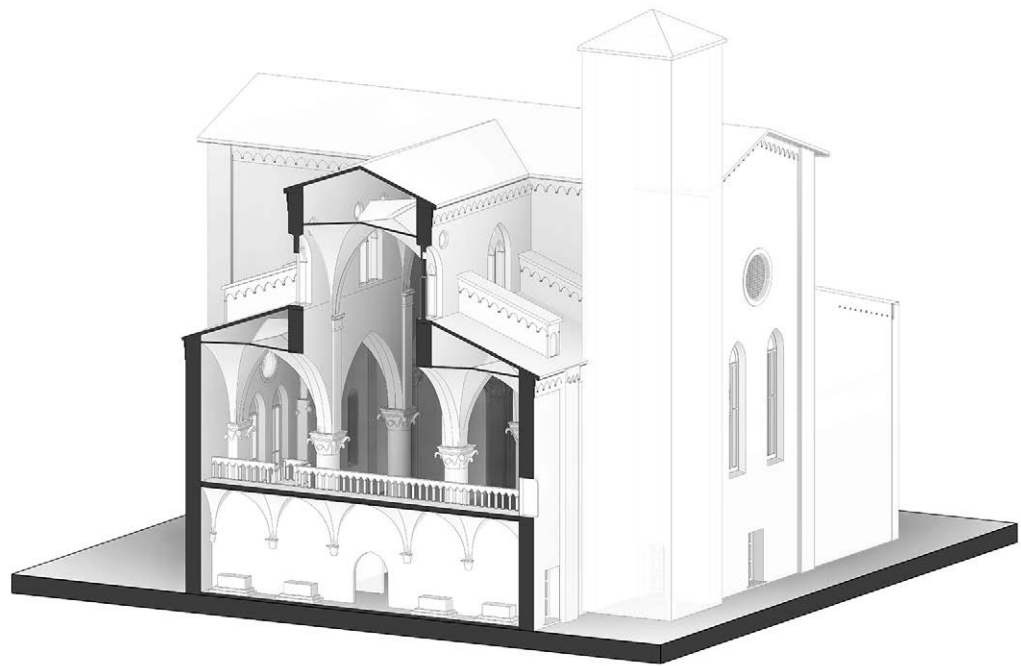


Fig. 6. Axonometric view of the presbytery area, reconstruction of the medieval configuration Church of Sant'Agostino. Elaboration by the author.

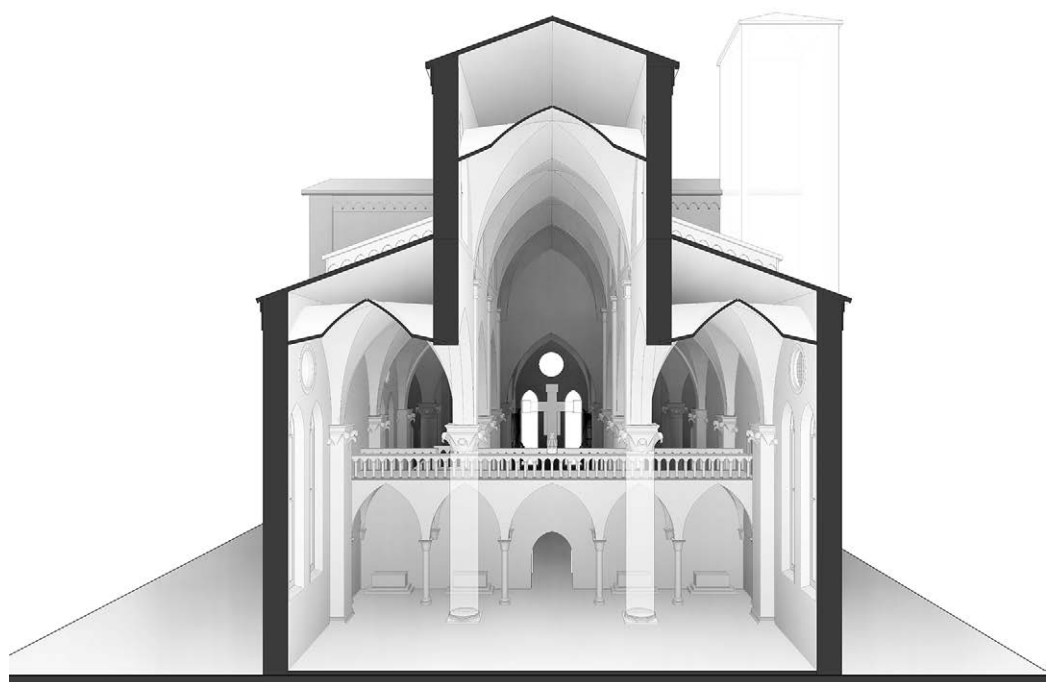


Fig. 7. Perspective view of the Tramezzo, reconstruction of the medieval configuration of the Church of Sant'Agostino. Elaboration by the author.

Determining the positions of altars, grounded on historical sources and visual evidence, aided in reconstructing the church's internal configuration. This addition enriched the digital model with crucial details for understanding the liturgical spaces. These features significantly enhanced the understanding and appreciation of the church's historical and architectural legacy, resulting in a digitally reconstructed model that not only represents the building's physical attributes but also its significance within the urban and cultural context of its era (fig.7).

Common Data Environment

The digital platform designed for the project serves as an advanced interface for exploring and interacting with the church's digital model. It integrates BIM visualization with overlays of 2D views and access to historical archive documents, allowing virtual immersion into the medieval church space. It refers to a platform often used in the construction world that enables collaborative management of building and infrastructure projects [Cornelius P. et al. 2018]. The platform aids the research team in studying historical, architectural, and cultural information, as well as contributing disciplinary data for reconstruction. It's primarily used for analyzing documentary parts rather than exhibition. ricostruzione [Borin P. et al. 2024]. Key features include Interactive 3D and 2D visualization for detailed navigation, access to qualitative and quantitative BIM model information and online data, annotation and commenting directly on content, and associating metadata with documents for analysis. Additionally, there's a direct link between historical documents and model elements (fig. 8). The Common Data Environment (CDE) can be considered a database, based on the BIM model, collects and centralizes all the information acquired and generated during the project, including historical documents, survey data, digital models, and metadata. This infrastructure effectively supports data management, preservation, and sharing, proving crucial for interdisciplinary collaboration. Key aspects of Data Management include categorization to organize data into logical categories for easier access and utilization, for example, PDF transcriptions of archival documents. Interoperability is ensured using open standards, such as the IFC standard, to guarantee data compatibility, future-readiness, and sustainability, promoting interoperability with various platforms and analysis tools. This means that the models can be created with different modeling tools depending on the characteristics of the building. Accessibility is implemented through open access policies, encouraging the scientific community and the public to explore and use project data. Spatial Analysis Tools: Allow examination of relationships between architectural elements and assessment of interior and exterior space usage, offering new perspectives on the structure and original use of the church.

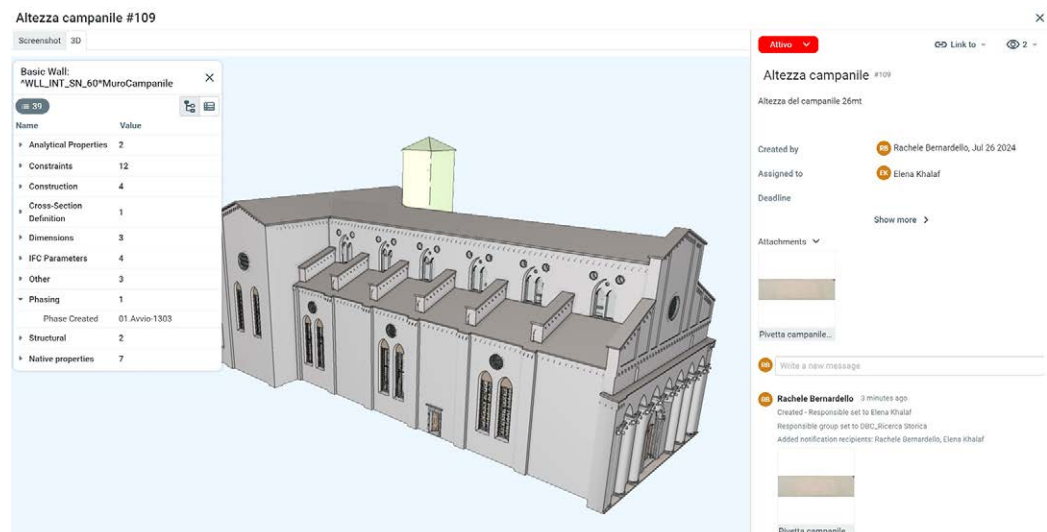


Fig. 8. BIM Model uploaded in the Common Data Environment. Properties and geometries are explorable by the historians. It is possible to see the link between a transcription of an archive document and the part of the building it refers to. Elaboration by the author.

- Cornelius P. et al. (2018). Common Data Environment. In Borrmann André, M. and König, and K. Christian, & and B. Jakob (Eds.), *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice* (pp. 279–291). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_15
- Demetrescu E., Fanini B., & Cocca E. (2023). An Online Dissemination Workflow for the Scientific Process in CH through Semantic 3D: EMtools and EMviq Open Source Tools. *Heritage*, 6(2), 1264–1276. <https://doi.org/10.3390/heritage6020069>
- Garagnani S. & Manfredini A. M. (2013). Parametric accuracy: Building information modeling process applied to the cultural heritage preservation. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XL-5/W1. 87-92. [10.5194/isprsarchives-XL-5-W1-87-2013](https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W1-87-2013).
- Garagnani S., Cancilla A., & Masina E. (2019). Understanding the design intent through the analysis of Renaissance drawings. The digital reconstruction of an unbuilt mausoleum by Giuliano da Sangallo. *SCIRES-IT - SCientific REsearch and Information Technology*, 9(2), 57–68.
- Gerrits P., Pilling A. (2021). *Das neue Bauen mit BIM und Lean: Praxisbeispiel eines mittelständischen Bauprojekts der öffentlichen Hand*. Austria: DIN Media GmbH.
- Huffman K. L., & Giordano A. (2021). Visualizing Venice to Visualizing Cities - Advanced Technologies for Historical Cities Visualization. *Communications in Computer and Information Science*, 1501 CCIS, 171–187. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93186-5_8
- Kuroczyński P. et al. (2023). SCIENTIFIC REFERENCE MODEL – DEFINING STANDARDS, METHODOLOGY AND IMPLEMENTATION OF SERIOUS 3D MODELS IN ARCHAEOLOGY, ART AND ARCHITECTURAL HISTORY. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2, 895–902. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-895-2023>
- Licheri A. (2016). Prospettive sull'utilizzo del Building Information Modelling (BIM) in archeologia, in Basso P. Caravale A. Grossi P. (eds.), *ARCHEOFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica*. Atti del IX Workshop (Verona, 19-20 giugno 2014), «Archeologia e Calcolatori», 8, pp. 197-202.
- Merotto Ghedini M. & Lorenzoni, G. (1995). *La chiesa di Sant'Agostino in Padova: storia e ricostruzione di un monumento scomparso*. Padova. Ars et fabrical.
- Murphy M. et al. (2009). Historic building information modelling (HBIM). *Structural Survey*, 27(4), 311-327.
- Osello A, Lucibello G, Morgagni F. (2018) HBIM and Virtual Tools: A New Chance to Preserve Architectural Heritage. *Buildings*.8(1):12. <https://doi.org/10.3390/buildings8010012>
- Roussel R., & De Luca L. (2023). AN APPROACH TO BUILD A COMPLETE DIGITAL REPORT OF THE NOTRE DAME CATHEDRAL AFTER THE FIRE, USING THE AIOLI PLATFORM. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2, 1359–1365. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-1359-2023>
- Sacks R. et al (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Regno Unito. Wiley.

Author

Rachele Angela Bernardello Università degli Studi di Padova, rachele.bernardello@unipd.it

To cite this chapter: Rachele A. Bernardello (2024). BIM come misura: svelare l'architettura perduta di Sant'Agostino / BIM Precision Tools: Unveiling Sant'Agostino Lost Architecture. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 859-878.