

Le opportunità fornite dai nuovi strumenti digitali

Narrare le città e i suoi cambiamenti attraverso la rappresentazione BIM-CAD

The opportunities of the new digital tools

Narrate the cities and its changes through three-dimensional representation

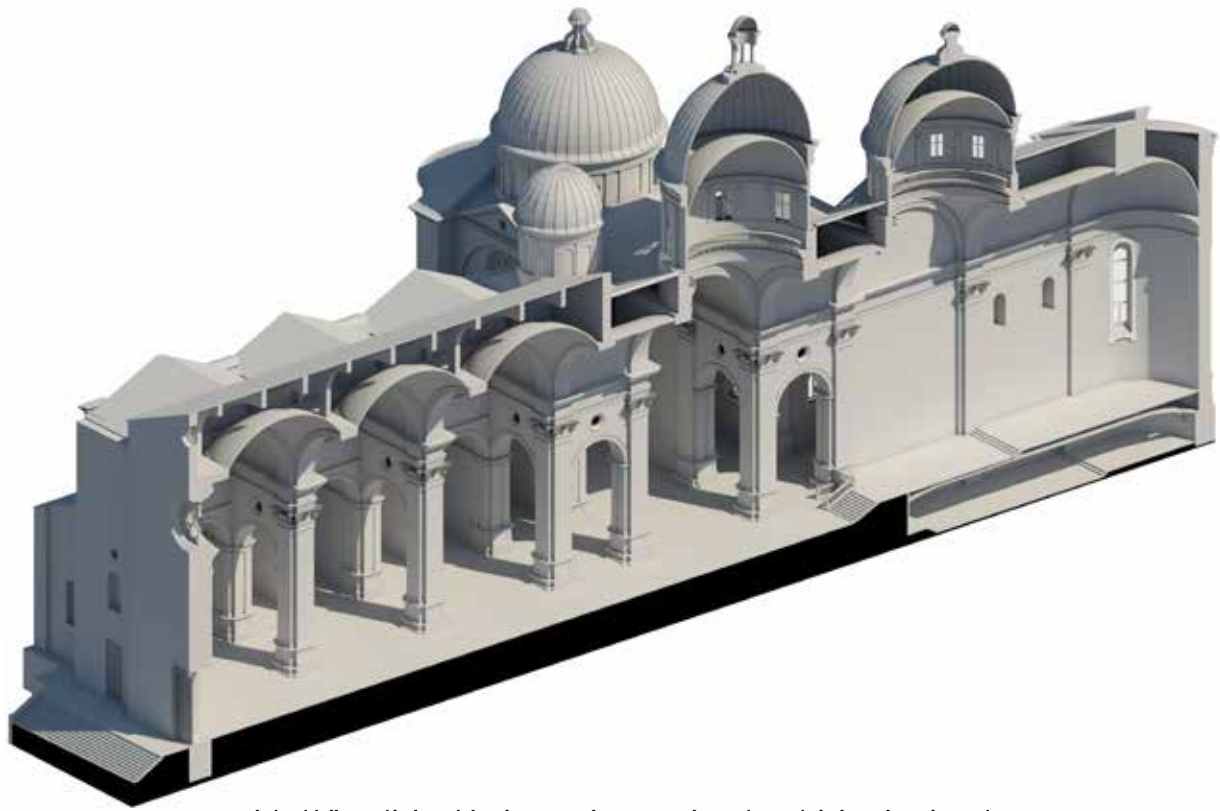
Andrea Giordano
Rachele Bernardello
Paolo Borin
Isabella Friso
Cosimo Monteleone
Federico Panarotto

Questo saggio, tratta la rappresentazione delle città focalizzandosi sulle trasformazioni storiche e si affida agli strumenti di scansione digitale, alla modellazione 3D e alle tecnologie di Realtà Aumentata (AR). Il materiale trattato proviene da un progetto intitolato Visualizing Venice, una cooperazione internazionale multi-istituzionale che da poco tempo è passata a Visualizing Cities. La sfida principale di Visualizing Cities è descrivere in maniera digitale come le città – con le loro architetture – evolvano e cambiano nel tempo, utilizzando modelli digitale 4D interoperabili, collegati a fonti esterne documentali.

This essay deals with the representation of cities focusing on their historical transformations and relying on digital scanning, 3D modeling and Augmented Reality (AR) technologies. The instances shown in it come from a project

Modello BIM della Chiesa di Santa Giustina a Padova. Vista prospettica (dal progetto: Tu-CULT - Il turismo culturale non conosce crisi: strategie innovative di recupero, conservazione e accessibilità multilivello del bene artistico-architettonico per il miglioramento della fruizione intelligente, DICEA)

BIM model of the Church of Santa Giustina in Padua. Perspective view (from the project: Tu-CULT - Il turismo culturale non conosce crisi: strategie innovative di recupero, conservazione e accessibilità multilivello del bene artistico-architettonico per il miglioramento della fruizione intelligente, DICEA)



titled *Visualizing Venice, an international multi-institutional cooperation now shifting to Visualizing Cities. The main challenge of Visualizing Cities is to digitally describe how cities – with their architectures – evolve and change over time using an interoperable 4D digital model linked to external sources, such as historic images.*

Introduzione

Andrea Giordano

Il contenuto di questo studio si basa su un progetto di ricerca dal titolo *Visualizing Venice*, una cooperazione internazionale multi-istituzionale avviata nel 2009 tra l'Università IUAV (Venezia, IT), la Duke University (Durham, USA) e l'Università di Padova (Padova, IT). Studiare una città significa utilizzare vari tipi di documentazione, come opere d'arte, documenti architettonici e urbani, immagini storiche, metodi di costruzione e vari tipi di rappresentazioni architettoniche e urbane. La

Modello BIM della Chiesa di Santa Giustina a Padova. Spaccato assonometrico

BIM model of the Church of Santa Giustina in Padua. Axonometric cross section

Commissione europea ritiene che sia necessario un approccio multidisciplinare e integrato per migliorare gli obiettivi sociali ed economici, nonché il loro impatto sulla politica pubblica. Pertanto, un modello 4D interoperabile offre l'opportunità di integrare dati eterogenei per consentire l'acquisizione di una conoscenza ampia e specifica di una città unita a risultati di alta qualità. Questi ultimi includono disegni tecnici; rendering; video; applicazioni per smartphone; oggetti stampati in 3D e visualizzazioni coinvolgenti ed immersive. Il modello 4D, popolato da dati è la base per comprendere e rappresentare le trasformazioni storiche che si sono verificate nel tempo. Come verrà discusso in questo saggio,

Introduction

As our research initiative is now shifting to *Visualizing Cities*, our main challenge is how to digitally describe urban and architectural change over time using interoperable 4D digital models linked to external sources, such as historic images. Studying a city means utilizing various types of documentation, such as works of art, architectural and urban documents, construction methods, and various types of representations of architecture and topography. The 4D model embedded with data is the

basis for understanding and representing the historical transformations that have occurred over time. As will be discussed in this essay, the integration of other types of sources and representational methods, based on perspectival rules, offers the opportunity to obtain scientific data from paintings and city views that can be correctly utilized within the BIM model.

A BIM-based information structure. The analysis of the historical transformations of the city.

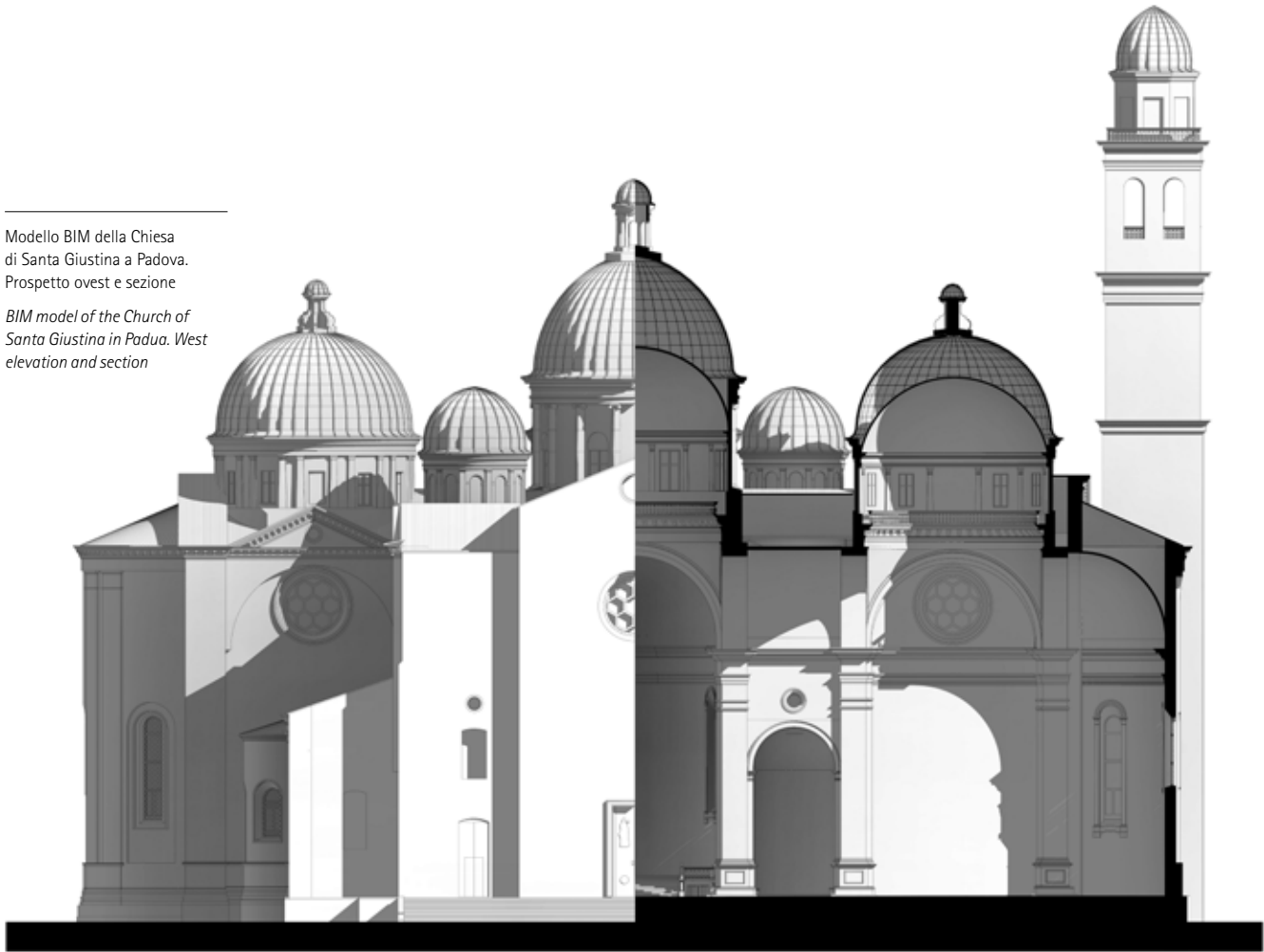
For the well-trained practitioner of 3D modeling software, a digital replication of the appearance of an existing building is a straightforward task. However, such a model depicts only a geometric mimesis of reality. In the field of architectural and urban research it would be more appropriate to create a so-called "in-depth" mimesis that reflects the internal consistency between the parts of the model, in order to achieve both figurative

and analytical goals. This study starts from the typical issues met in the field of historical reconstruction: a multidisciplinary group of researchers, a wide heterogeneity of primary sources and a limited economic funding. A recent case study, our analysis of the Chiesa degli Eremitani in Padua, demonstrates the efficacy of a BIM-based breakdown of the model. First, we were able to create a "decomposition framework", in which we could describe the connection between architectural elements, in five object classes: basic elements (walls,

roofs, floors) as elements which organize the structure of the model; structural vertical elements (buttresses); ornamental vertical elements; ornamental horizontal or sloped elements; and finally ornamental local elements. Secondly, we were able to develop a method with which we could isolate individual architectural components by their functional context. A BIM authoring tool is able to automatically create the necessary relations of objects (column-shaft-capital, window-panel-decoration), taking advantage of processes already created for BIM classes and subclasses.

Modello BIM della Chiesa di Santa Giustina a Padova. Prospetto ovest e sezione

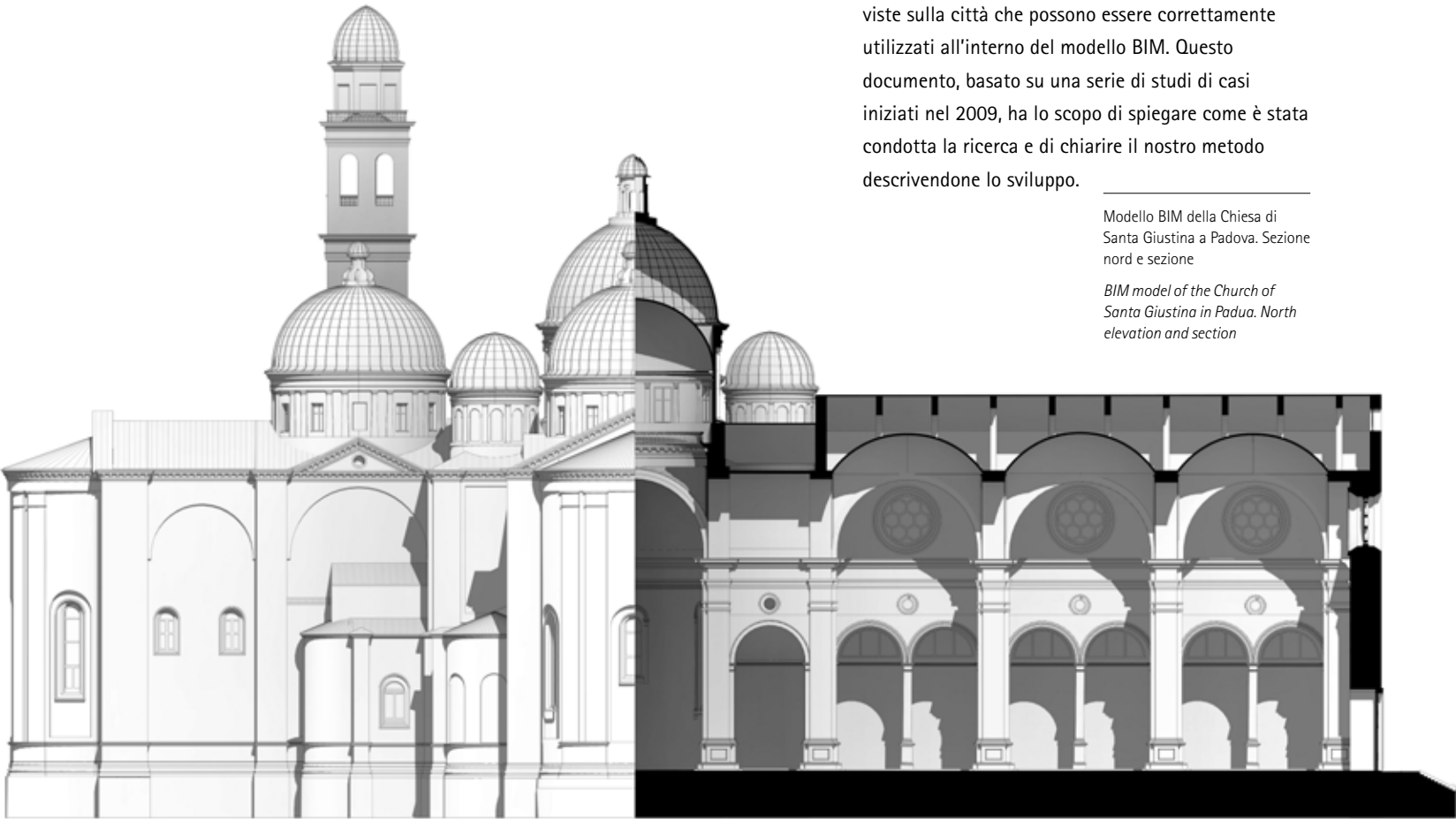
BIM model of the Church of Santa Giustina in Padua. West elevation and section



l'integrazione di altri tipi di fonti e metodi rappresentativi, basati su regole prospettiche, offre l'opportunità di ottenere dati scientifici da dipinti e viste sulla città che possono essere correttamente utilizzati all'interno del modello BIM. Questo documento, basato su una serie di studi di casi iniziati nel 2009, ha lo scopo di spiegare come è stata condotta la ricerca e di chiarire il nostro metodo descrivendone lo sviluppo.

Modello BIM della Chiesa di Santa Giustina a Padova. Sezione nord e sezione

BIM model of the Church of Santa Giustina in Padua. North elevation and section





Una struttura informativa BIM-based.
L'analisi delle trasformazioni storiche
della città

Rachele A. Bernardello, Paolo Borin

Ad oggi, ogni operatore correttamente istruito ad un software, riesce a riprodurre velocemente le fattezze dell'edificio reale in un duplicato virtuale esperibile da un dispositivo elettronico. È chiaro come questa immediatezza si possa occupare soltanto della mimesi geometrica del modello, che è un requisito che ogni duplicato deve certo possedere, rispetto ad una mimesi più profonda,

Scomposizione formale dell'intradosso ligneo della Chiesa degli Eremitani

Formal decomposition of the timber intrados of the Church of the Eremitani

che rispetti coerenza e ricchezza del reale, sia sotto l'aspetto visivo che analitico. In questo caso è necessario determinare una struttura informativa per la conoscenza architettonica¹. Esso è rappresentato da una collezione di oggetti strutturati e identificati attraverso un preciso vocabolario². A questo la letteratura ha aggiunto un parallelo tra il modello parametrico semantico e, ad esempio, i trattati palladiani, in quanto entrambi portatori di conoscenza tecnica e regole geometriche di creazione degli elementi architettonici. Nel passato, esempi di sistemi informativi sono spesso stati creati in autonomia, configurandosi come sistemi *ad hoc* per il raggiungimento di specifici obiettivi o lo studio

Compared with a standard CAD-based procedure, in terms of time and software proficiency, the BIM procedure is much more demanding. However, it is possible to use the same model not only for reconstruction but also for managing purposes (for example, by public administration systems, or by the property owners). This double use guarantees an economic advantage for funding historical reconstruction, thanks to the implicit financial value of the model.

Reconstruct the Disappeared Landscapes.
Integrating Images in Digital Models

The creation of a virtual environment that contains a three-dimensional semantic model, has become an essential tool in integrating different representational methods within one environment. Pictures, paintings and engravings, obtained by a mathematical or optical procedure, include important information to understand cities changes over time. This entails linking the model with primary sources, such as iconographic

images and pictures. This procedure can be easily extended to orthogonal projections (plans, elevations) and representations of building conditions. As a result, the model thereby becomes a catalogue of two-dimensional and three-dimensional objects, linked by simple geometric procedures. Moreover, if the position of the camera is located in the model, the model has the ability to group images by areas of the building, or by element represented, improving the user's (public administration, scholars, and tourists) understanding of the primary sources.

The Chiesa degli Eremitani project is an interesting case study to test the methodology mentioned above. Once the virtual semantic model of the church is created, the elements of the building can be located in the constructive phases over time, thus enabling a focus on reconstructing from historical sources the portions of the building that no longer exist. The need to reproduce changes in buildings over time entails the challenge of "automatically" relocating precise geometric shapes from the two-dimensional surface of photographic film to a three-dimensional model.

As a point of departure, it was necessary to locate the position of the observer at the center of the projection that generated the image, i.e. the position of the lens and focal direction. For this reason, our method relied on the principles of photogrammetry and photo-restitution. In the next steps we moved this geometric reconstruction to a three-dimensional model (thus translating 2D drawings into spatial objects) and then generated a procedure for projecting the texture of the original building on the modeled surfaces.

Ciclo di affreschi trecenteschi nella abside della Chiesa degli Eremitani

Cycle of fourteenth-century frescoes in the apse of the Church of the Eremitani

di specifici autori. In più, la mancanza di una codifica nazionale e internazionale ne ha purtroppo impedito la diffusione, non garantendone il miglioramento tecnologico che meritavano. Ciò implica due criticità tipiche di questi sistemi: la mancanza di integrazione con altri sistemi di rappresentazione e informazione, la difficoltà di abilitare simulazioni statiche, energetiche, etc.

Il presente contributo ha l'obiettivo di dimostrare opportunità e necessità del ricorso ad una piattaforma informativa BIM-based, per la gestione di un progetto di ricerca per le trasformazioni della città. Da un punto di vista informativo, il progetto *Visualizing Venice* si basa sull'uso di un geo-database capace di assegnare una coordinata geografica, quando possibile, ai documenti d'archivio. D'altra parte, i risultati della ricerca (immagini, video, applicazioni di realtà aumentata/realtà virtuale) richiedono un insieme di operazioni di modellazione alla scala urbana e architettonica. Tali operazioni necessitano poi di una fase di validazione, che spesso provoca delle modifiche sia nei modelli sia nei database di partenza. L'analisi degli scambi geometrici e informativi, ha portato ad aggiungere un nuovo sistema di modellazione e organizzazione delle informazioni alla scala urbana e architettonica, che completi il sistema precedente. La struttura informativa per la parte architettonica e urbana proposta è rappresentata dal Building Information Modeling per gli edifici esistenti (HBIM).

All'interno del panorama descritto, si segnala un ulteriore elemento di trasformazione culturale dell'uso del disegno automatizzato: il processo tecnologico ha spostato l'utilizzo della modellazione tridimensionale dalla visualizzazione alla simulazione. Gli oggetti così descritti acquisiscono due importanti proprietà. La prima è rappresentata dalla relazionalità cioè capacità degli oggetti di legarsi ad una struttura geometrica di riferimento, che ordini il modello secondo i tipici schemi dell'architettura (livelli, zone). La seconda è la capacità degli oggetti di essere associati a metadati.

I vantaggi nel ricorrere ad un'organizzazione BIM-based per il progetto *Visualizing*





Cities sono molteplici. Una prima caratteristica è rappresentata dalla eterogeneità delle informazioni di partenza. Occorre quindi dimostrare come la struttura del *Building Information Modeling*, organizzata per *Classes*, *Types*, *Istances* possa relazionarsi ad una struttura informativa differente (geodatabase, immagini, documenti, GIS). Nel caso studio della Chiesa degli Eremitani, si presenta una duplice scomposizione: una scomposizione di tipo relazionale che descrive i rapporti gerarchici tra gli elementi architettonici e una scomposizione funzionale a livello di singolo componente. Nel primo caso il manufatto è stato scomposto secondo cinque classi di oggetti: elementi di base (murature, coperture, pavimenti) quali elementi ordinatori del progetto; elementi strutturali verticali (paraste); elementi decorativi verticali (lesene); elementi decorativi orizzontali e inclinati (fasce murarie, cornici); elementi decorativi puntuali (inserti lapidei, affreschi, altari).

Le singole componenti architettoniche sono state

Volta a crociera presente nell'abside nord della Chiesa degli Eremitani

Cross vault in the north apse of the Church of the Eremitani

poi scomposte lasciando libertà di operazione all'utente di scegliere³. In questo modo si raggiunge la granularità già presentata in letteratura. Secondariamente, la scomposizione degli oggetti permette l'associabilità delle informazioni alla geometria secondo molteplici forme. Una tipologia di informazione è così associabile all'elemento architettonico (la finestra), altre informazioni invece soltanto ad alcune sottocomponenti (la decorazione della vetrata), altre ancora ad aggregazioni di sottocomponenti (alcune vetrate delle finestre). La capacità del modello di legarsi ad altre entità è ulteriormente rappresentata dal rapporto tra modello e rilievo digitale: le due entità possono essere visualizzate all'interno di un unico ambiente virtuale. Tale compresenza determina la creazione di strumenti informatici che permettano analisi geometriche tra i due. Il caso studio della chiesa degli Eremitani ha permesso di sviluppare una procedura per il confronto tra superfici murarie del modello verticali e i punti del rilievo: il confronto tra i due oggetti individua

una mappa grafica rappresentante il valore di scostamento, che descrive il valore di fuori piombo della muratura stessa, e il parametro che ne descrive il valore massimo.

L'impiego del rilievo digitale come clone della realtà al fine di realizzare il modello digitale informatizzato enfatizza inoltre una corrispondenza geo-spaziale di ciascun elemento costruttivo descritto sia dalla nuvola che dal modello tridimensionale. A partire da questa situazione dunque, nel caso studio delle Porte Contarine a Padova, è stato possibile implementare una metodologia finalizzata alla rappresentazione del degrado all'interno dello spazio tridimensionale. La mesh rappresentativa di ogni degrado è portatrice di informazioni proprie, evidenziando la relazione associativa con l'elemento costruttivo stesso cui si riferisce, quest'ultima caratteristica propria di ogni processo di modellazione BIM. In una fase in cui la descrizione digitale informatizzata degli elementi non è normata, è l'utente stesso a doversi fare autore di tecniche sempre più dirette verso l'automatizzazione per inserire le informazioni grafiche e tecniche relative allo stato di conservazione del bene, spostando le informazioni da i consolidati metodi di lavoro a quelli innovativi.

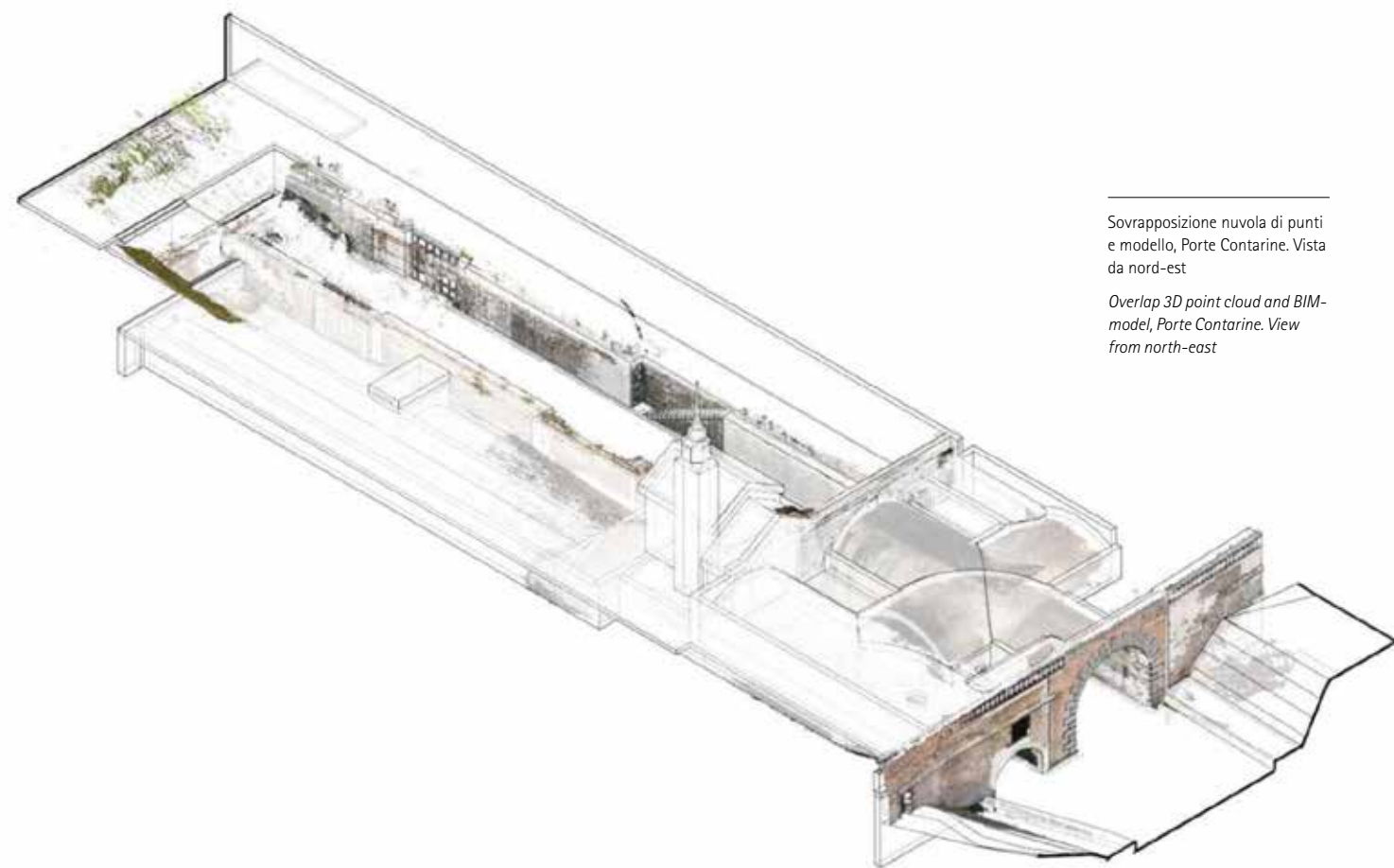
L'eterogeneità delle fonti cui si attinge per la realizzazione di un modello informatizzato, consentono allo stesso tempo di doverle gestire attraverso l'implementazione di un database, destinato ad essere la base decisionale per gli interventi di conservazione sull'opera architettonica. Organizzando i metadati in questione, non solamente riferiti alla documentazione storico-archivistica e fotografica, ma anche la rappresentazione del degrado, testimone attivo delle modifiche e degli eventi cui il bene è stato protagonista.

Le Porte Contarine hanno modificato la loro funzione e le loro caratteristiche formali in linea con i cambiamenti della città stessa. La rappresentazione tramite sistemi BIM-based delle trasformazioni urbane ha permesso di restituire l'aspetto originario dell'intero complesso e della sua antica funzione. Sottolineando in modo ancora più incisivo il legame tra la Padova città d'acque e il complesso idraulico del *Pons Contarinorum*.

Infine è importante citare lo sviluppo di procedure di integrazione che si fondano sull'appartenenza del Building Information Modeling a standard internazionali. Tali standard, creati per l'industria delle costruzioni, possono però essere efficacemente

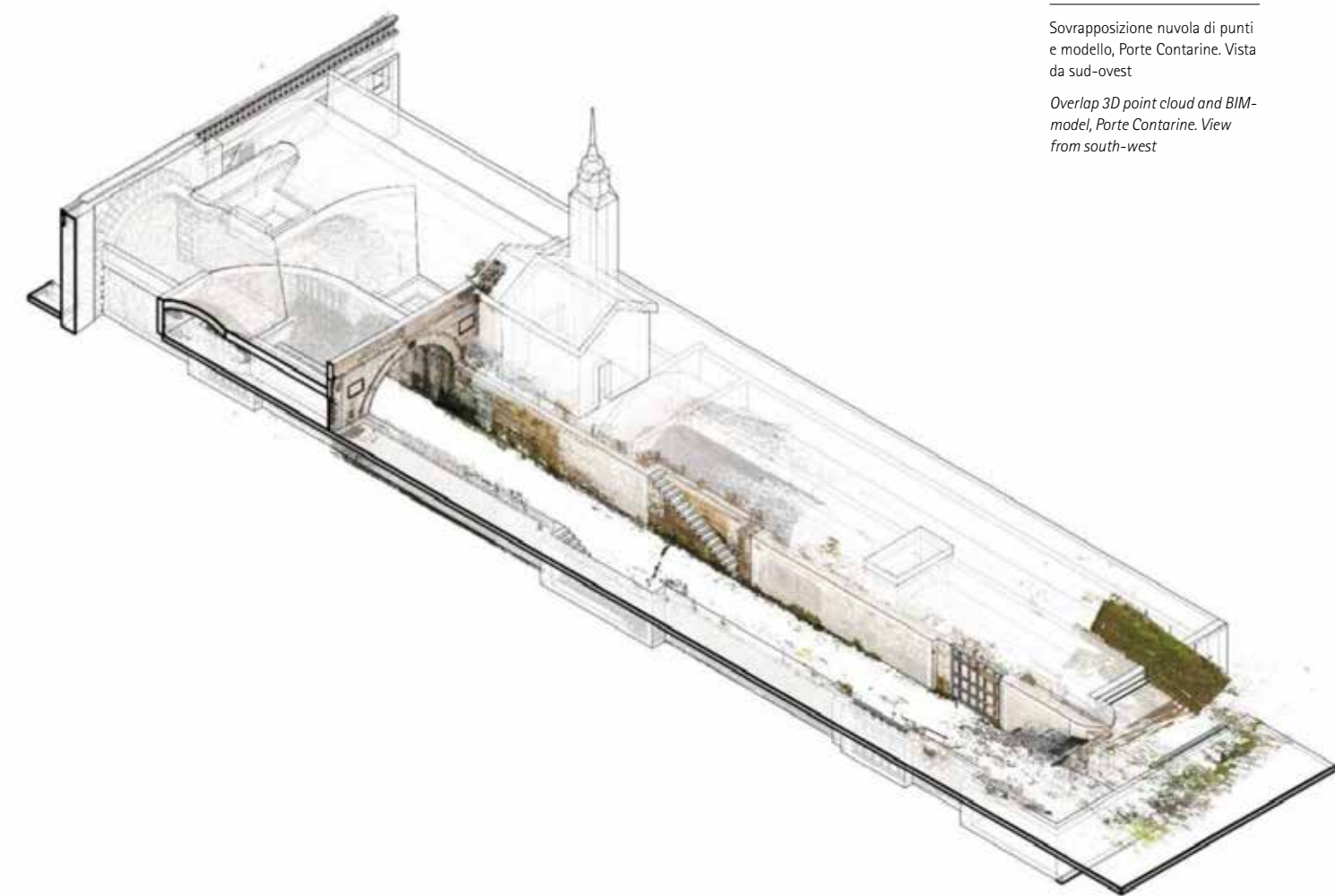
utilizzati al fine di costruire scambi informativi ad hoc, ad esempio tra HGIS e HBIM. Il recente progetto di visualizzazione delle trasformazioni del Ghetto di Venezia ha permesso di individuare, nel processo di definizione geometrica delle entità del modello, quali sono le grandezze di competenza del modello HGIS, da trasferire, in via automatizzata, al sistema BIM. Per le grandezze e la successiva proposta di mappatura nelle classi IFC, dimostrando la continuità in ambiente BIM si è deciso di utilizzare: perimetri e punti rilevati delle terre emerse (*IFCSite*); perimetri delle waterways (*IFCSite*); perimetri e altezze degli edifici (*IFCBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcWall*, *IfcRoof*).

Per concludere, l'ultima caratteristica dei progetti di ricerca precedenti è rappresentato dalla frequente limitatezza economica degli investimenti. A fronte di una aumentata capacità analitica dell'utente nello sviluppare un modello informativo, se confrontato con un pari modello CAD per la visualizzazione, un progetto di ricerca così descritto prevede tuttavia l'opportunità di estendere la fase attuale a utilizzi legati alla gestione dell'edificio e della città (amministratori, gestori di immobili). Questa compresenza di usi differenti rende ancora più onerosa la modellazione, vincolandola a parametri di precisione metrica del modello maggiori. D'altra parte garantirebbe il finanziamento economico del progetto di ricerca storico e documentale, grazie al valore delle informazioni all'interno del modello. Ne deriva come sia possibile legare lo studio delle trasformazioni storiche di parti di città alla gestione della stessa, costruendo una base di conoscenza storico-geometrica di valore per le amministrazioni pubbliche.



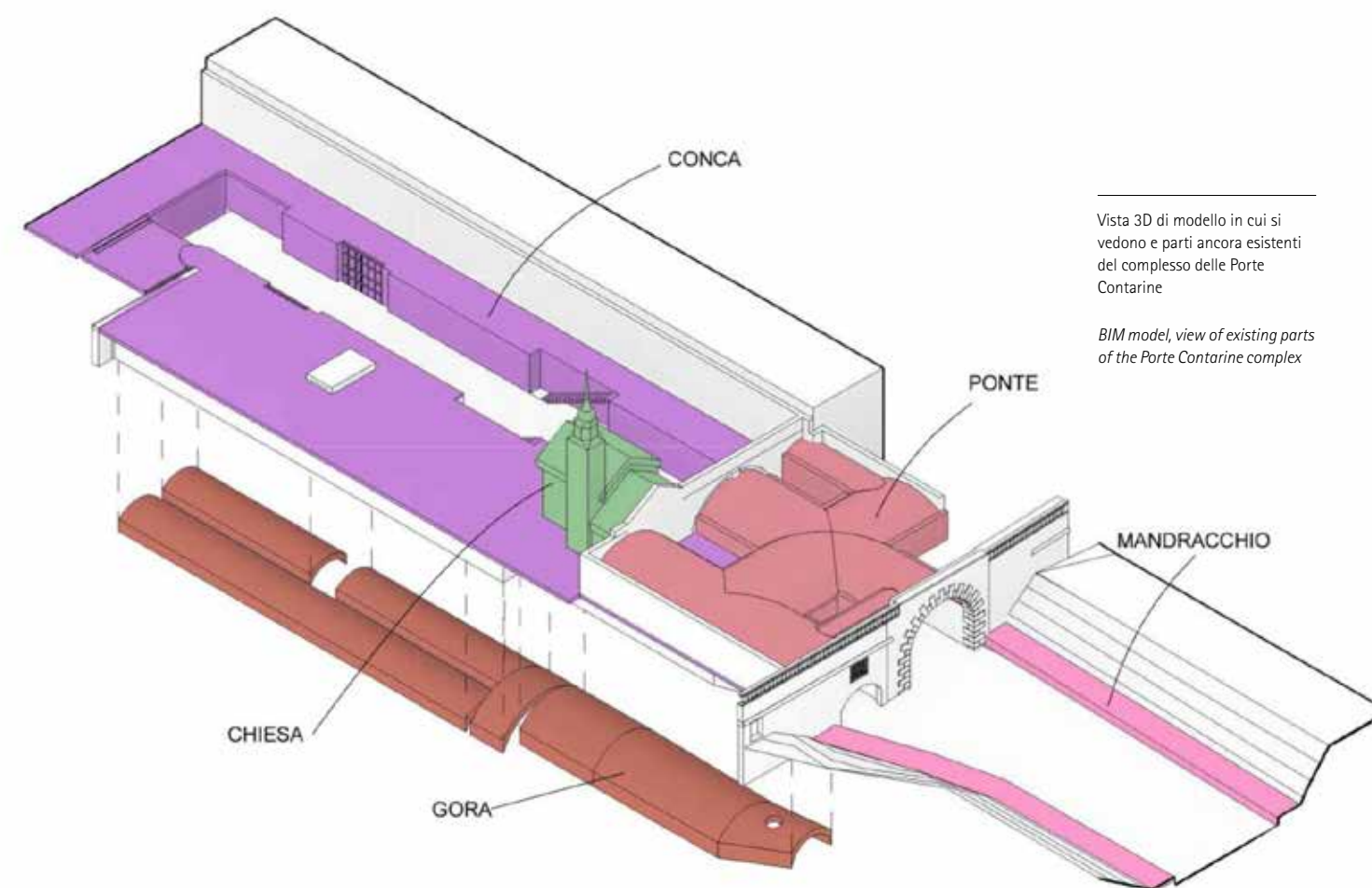
Sovrapposizione nuvola di punti e modello, Porte Contarine. Vista da nord-est

Overlap 3D point cloud and BIM-model, Porte Contarine. View from north-east



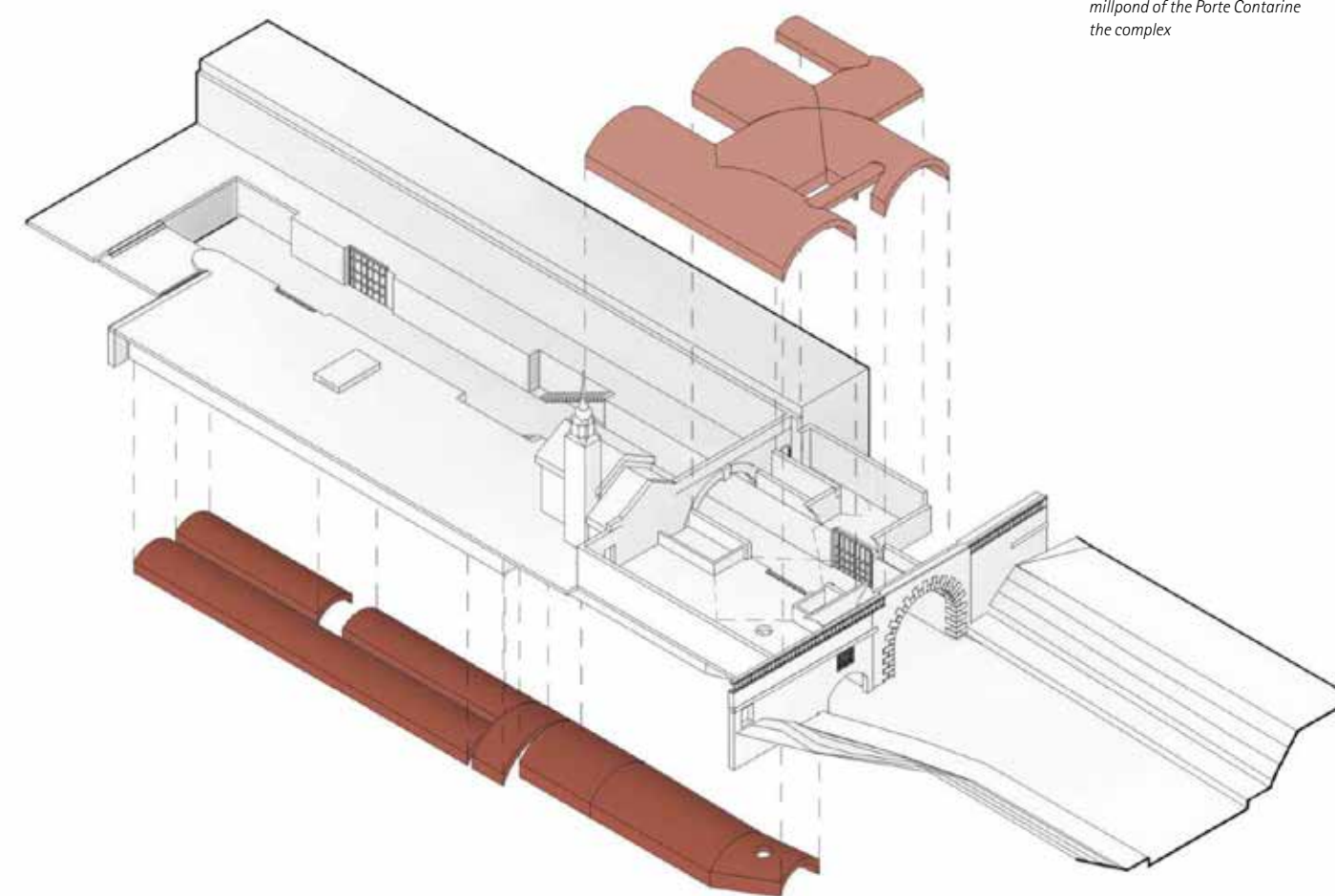
Sovrapposizione nuvola di punti e modello, Porte Contarine. Vista da sud-ovest

Overlap 3D point cloud and BIM-model, Porte Contarine. View from south-west



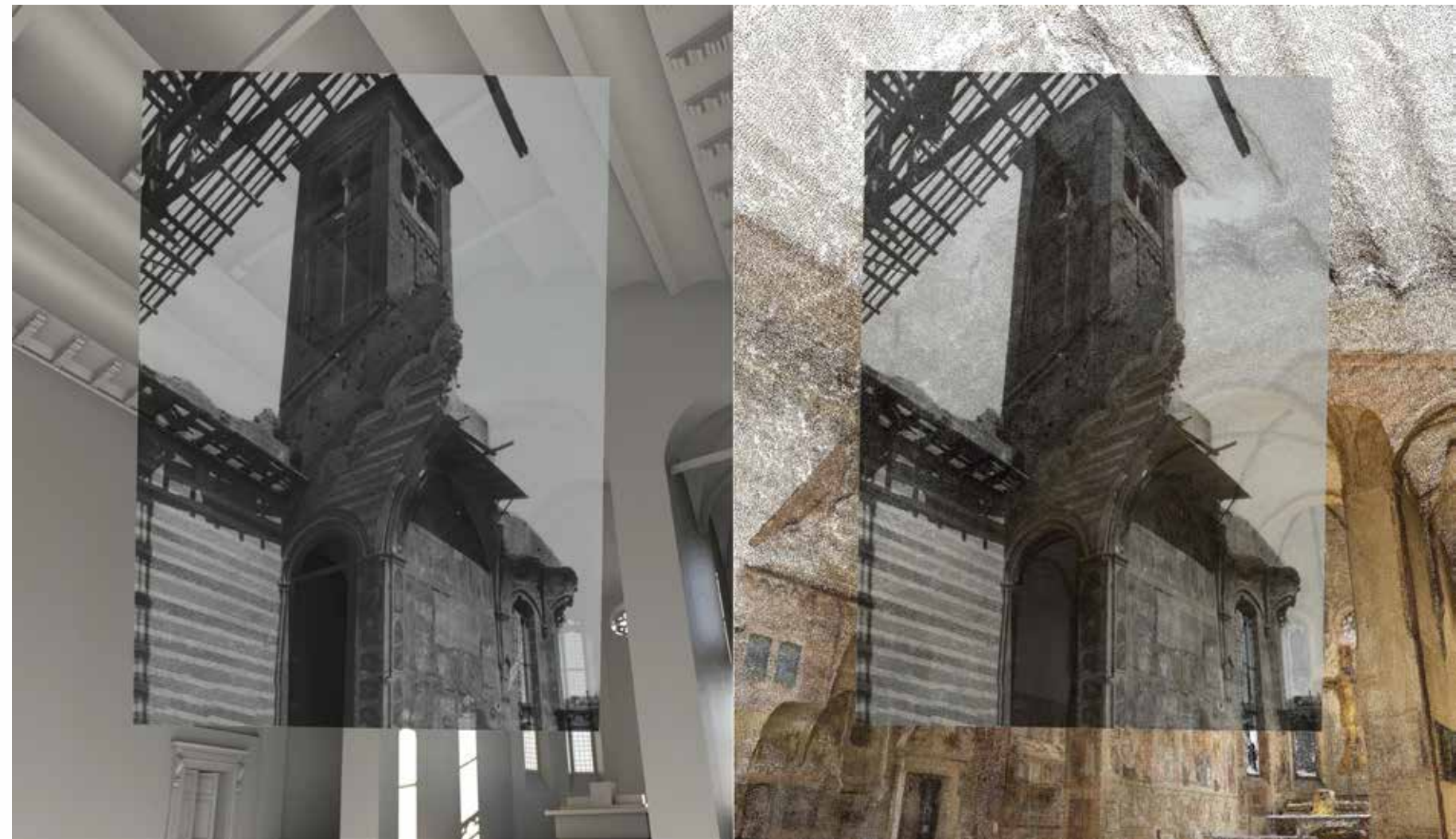
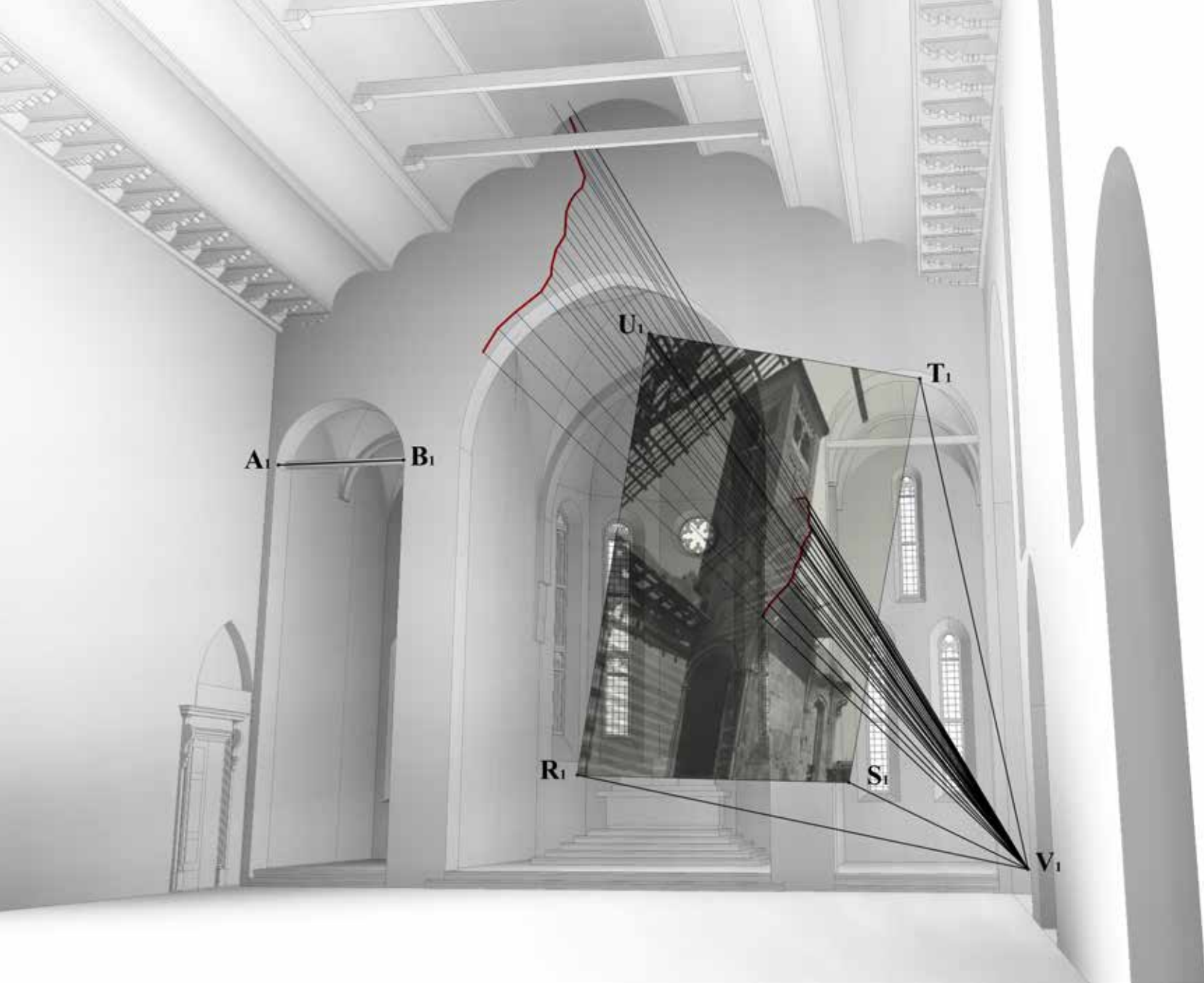
Vista 3D di modello in cui si vedono e parti ancora esistenti del complesso delle Porte Contarine

BIM model, view of existing parts of the Porte Contarine complex



Volte del corpo centrale e della gora del complesso delle Porte Contarine

Main vault and vault of the millpond of the Porte Contarine the complex



bisogna individuare in primis i dati relativi alla posizione dell'osservatore che ha generato quella precisa immagine, cioè la posizione dell'obbiettivo e la direzione di presa. Per questo motivo il metodo si avvale innanzitutto dei principi della fotogrammetria e della fotorestituzione. Come sappiamo infatti una immagine fotografica, essendo una proiezione prospettica, contiene opportuni dati metrici da poter rintracciare operando appunto con una restituzione prospettica: questa operazione, avvalendosi in parte di procedimenti inversi rispetto a quelli necessari alla costruzione prospettica, è basata su nozioni di geometria descrittiva⁵. La fase preliminare consiste nell'individuazione del tipo di prospettiva che governa l'immagine, cioè se essa sia a quadro verticale o a quadro inclinato, ciò comporta un differente processo di elaborazione dati e funzionamento degli script. In questo testo, per motivi di spazio, si descrive per sommi capi il metodo utilizzato, tralasciando le specificità tecniche e procedurali utilizzate. L'applicazione, con metodi classici, della restituzione

Importazione dei dati ottenuti dalla restituzione prospettica nell'ambiente di modellazione e proiezione dei dati sul modello

Processes of the import of data obtained from the restitution of perspective into a three-dimensional environment and the projection of the data on the model

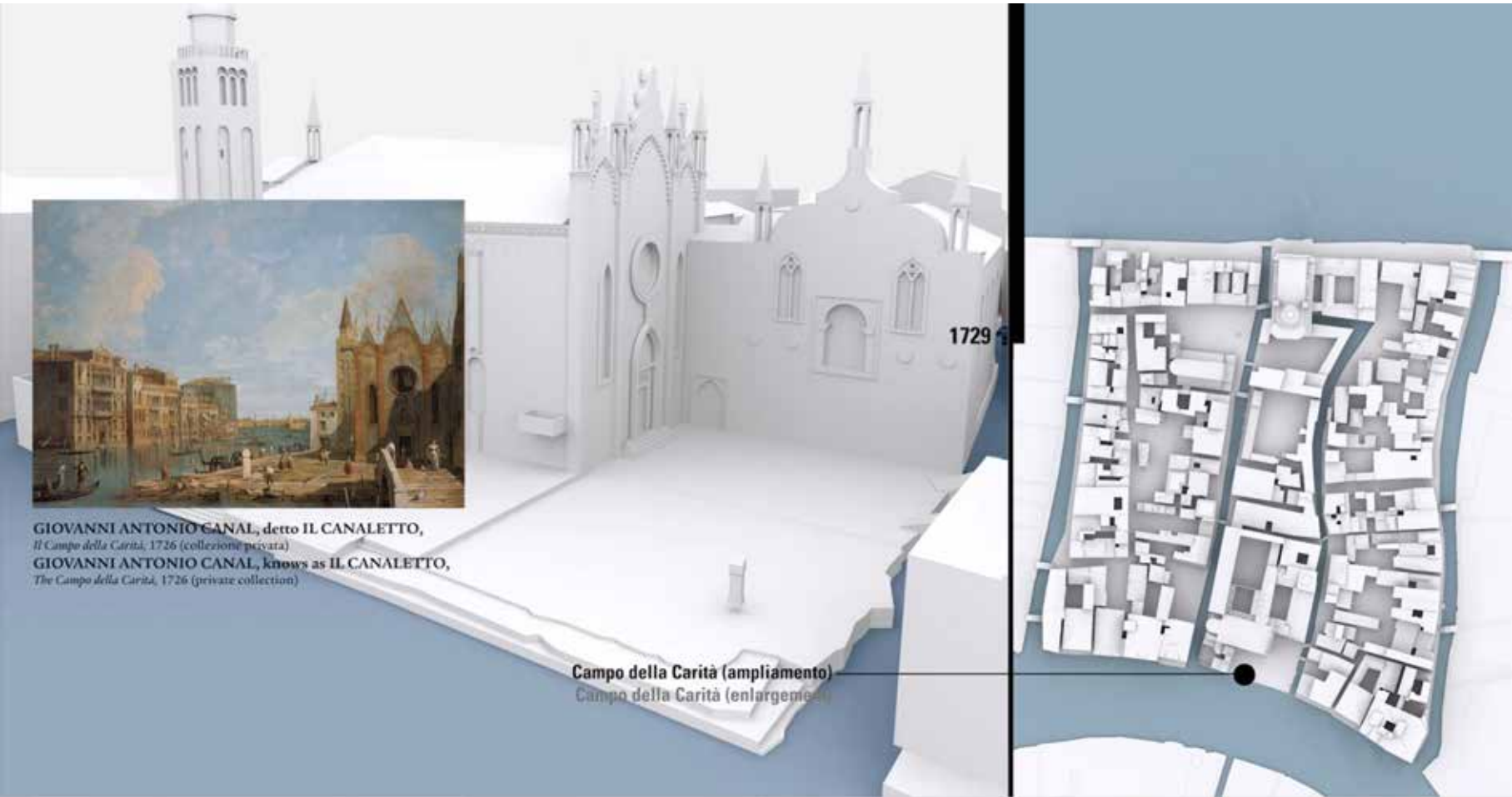
prospettica ha permesso di individuare i dati, considerati minimi indispensabili, necessari alla successiva fase di collocazione nello spazio tridimensionale, in particolare, almeno un segmento di retta AB riconoscibile nell'immagine. Si procede poi con il processo di importazione nell'ambiente di modellazione tridimensionale, traducendo i dati ricavati in oggetti spaziali. Esso è possibile tramite uno script⁶ che permette di leggere automaticamente i dati e che consente la conversione, delle coordinate dei punti rilevati, dal sistema bidimensionale (x,z) dell'immagine, al sistema tridimensionale (X,Y,Z) dell'ambiente virtuale contenente il modello 3D. Ciò avviene operando una rototraslazione e applicando un opportuna conversione di scala. Successivamente si procede con un secondo script, che permette la proiezione dell'immagine, o meglio, degli oggetti di interesse dell'immagine, sulle superfici modellate. Ne caso generico, la fenditura rappresentata sull'immagine fotografica è stata approssimata come un insieme di segmenti di rette; successivamente,

si è operato tramite lo script, assegnando come dati utili V (punto di vista), i segmenti della retta ricalcata e la superficie della facciata della chiesa in 3D. L'algoritmo, riconoscendo il punto iniziale e finale di ogni segmento, il cui insieme approssima la linea di frattura, costruisce i raggi proiettanti passanti per ciascuno di essi e per il centro di vista V. Tali rette, che generano una superficie loft, vengono estese oltre la superficie della fotografia fino ad intersecare la facciata del modello della chiesa, per riprodurre su di essa il profilo della fessurazione. Eseguita questa operazione, si è ricavato nel modello il profilo di separazione fra gli oggetti, che vengono collocati in fasi costruttive differenti. E' chiaro che l'accuratezza finale è direttamente proporzionale alla qualità di esecuzione delle operazioni manuali, cioè della restituzione prospettica. Le fasi successive vengono gestite tramite azioni automatizzate che riducono al minimo la probabilità di errore. Considerato il fatto che l'accuratezza è legata all'entità dell'errore ammesso,

Immagine ricavata dalla telecamera creata dallo script 2. Si può apprezzare la differenza tra la posizione dell'immagine rispetto al modello solido (a sinistra) e la nuvola di punti proveniente da un rilievo fotogrammetrico (a destra)

Image taken from the camera created by script 2. Here it can be appreciated the difference between the image position with respect to the solid model (on the left) and the point cloud coming from a photogrammetric survey (on the right)

nei casi fin ora esplorati il grado di precisione si è dimostrato accettabile, adeguato agli obiettivi iniziali ed assolutamente competitivo con i risultati ricavati da altri classici metodi di foto-restituzione.



La relazione tra documenti. Fonti e modelli interpretativi.

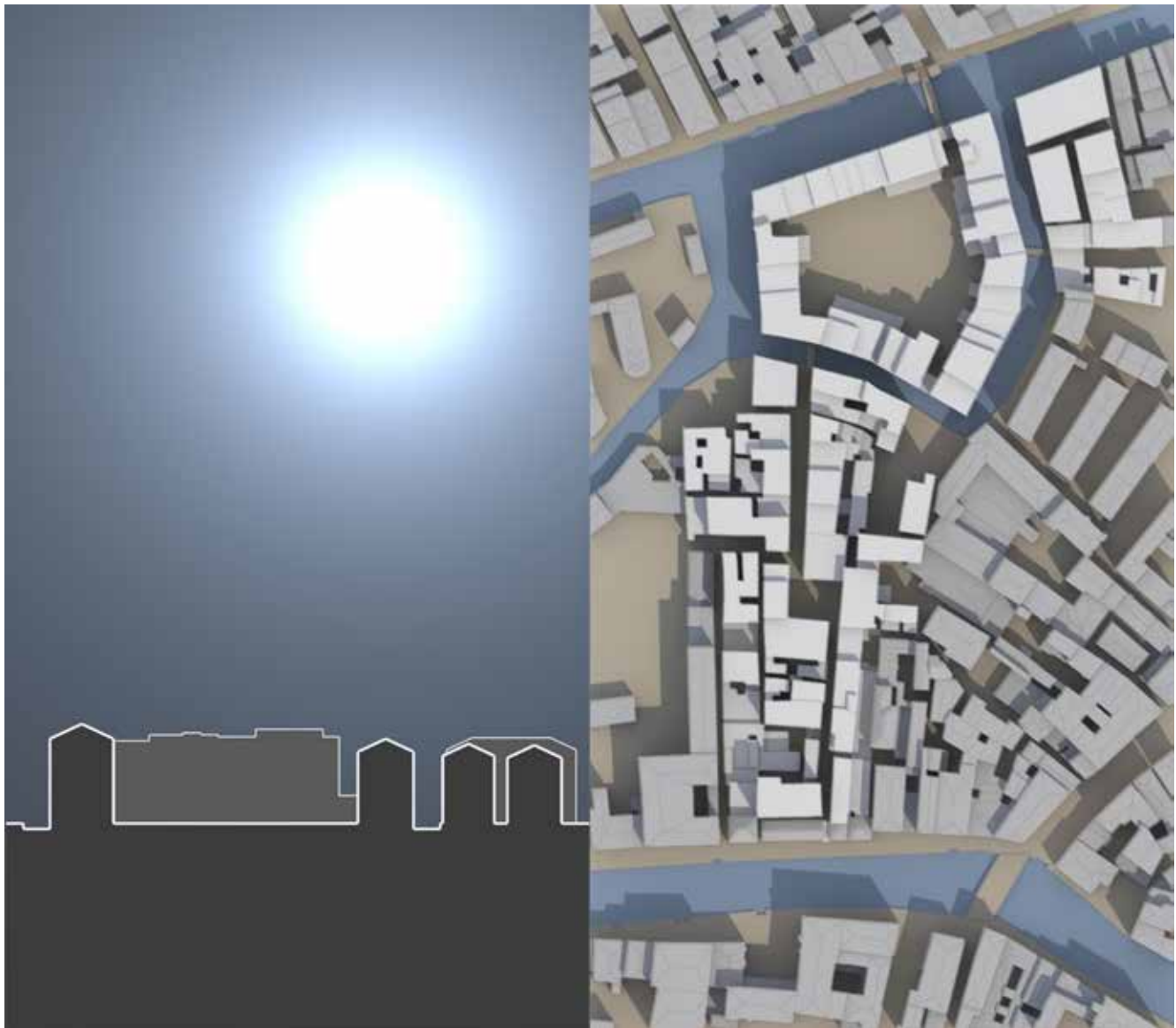
Cosimo Monteleone

Gli strumenti digitali sono utili per rappresentare i cambiamenti urbani nel tempo. Essi permettono di studiare la città in contesti virtuali basati sui dati storici, che i ricercatori raccolgono e interpretano. Prima dell'avvento di queste nuove tecnologie, l'analisi dello spazio urbano si basava su disegni architettonici, dipinti, cartografia storica e fotografia. Ora, tuttavia, siamo in grado di rappresentare l'architettura a diverse scale in un mondo virtuale in cui i test dinamici e interattivi sono offerti da strumenti digitali. Questo ci consente di confrontare, valutare e studiare gli edifici e la loro trasformazione da diversi punti di vista. Particolarmente importante è la nuova capacità di isolare, confrontare e rappresentare argomenti specifici per l'analisi urbana

Insula della Carità: video (Paolo Borin, Ludovica Galeazzo, Cosimo Monteleone, Federico Panarotto, Marco Pedron)

Insula della Carità: video (Paolo Borin, Ludovica Galeazzo, Cosimo Monteleone, Federico Panarotto, Marco Pedron)

o architettonica, come strade e vie di accesso, o la trasformazione di aree specifiche o singoli edifici. Un altro chiaro vantaggio delle nuove tecnologie è che ci permettono di superare i limiti dello spazio e del tempo perché possiamo così rappresentare la città in relazione a progetti utopici, distrutti o trasformati. Questi innegabili vantaggi, tuttavia, presentano anche nuovi tipi di problemi: come possono queste nuove tecniche di rappresentazione architettonica essere correlate ai dati di archivio? Come si confrontano con i metodi tradizionali? È importante collocare lo spazio virtuale e la rappresentazione canonica fianco a fianco? Cosa perdiamo o otteniamo usando le nuove tecnologie? In che modo gli strumenti digitali possono soddisfare le nostre esigenze in continua evoluzione nella rappresentazione tridimensionale? Un caso studio, tratto dall'iniziativa di ricerca Visualizing Venice⁷, ci aiuta a rispondere a queste domande attraverso un lavoro fatto sull'Isola di Santi Giovanni e Paolo in relazione alla sua



trasformazione architettonica e urbana. La ricostruzione delle architetture di questo particolare sito è stata realizzata attraverso l'uso di un dipinto di Canaletto, che registra la situazione del Campo nel XVIII secolo. Il dipinto di Canaletto dimostra il potenziale dei dati documentali nella ricostruzione virtuale 3D dell'architettura storica. Il pittore veneziano conosceva le regole della prospettiva e usava una camera oscura per dipingere le sue famose vedute della città. Questa conoscenza dei suoi strumenti tecnici ci ha permesso anche di applicare le regole prospettiche per ottenere piani e prospetti degli edifici rappresentati. Tuttavia, alcuni elementi dovevano essere presi in considerazione durante la nostra ricostruzione, perché Canaletto spesso enfatizzava alcuni aspetti della città e dei suoi monumenti. Nel caso specifico di Campo Santi Giovanni e Paolo, ad esempio, l'artista ha progettato la scena utilizzando più punti di vista al fine di rendere una visione più dinamica dell'area in questione. Una ricostruzione degli edifici, partendo

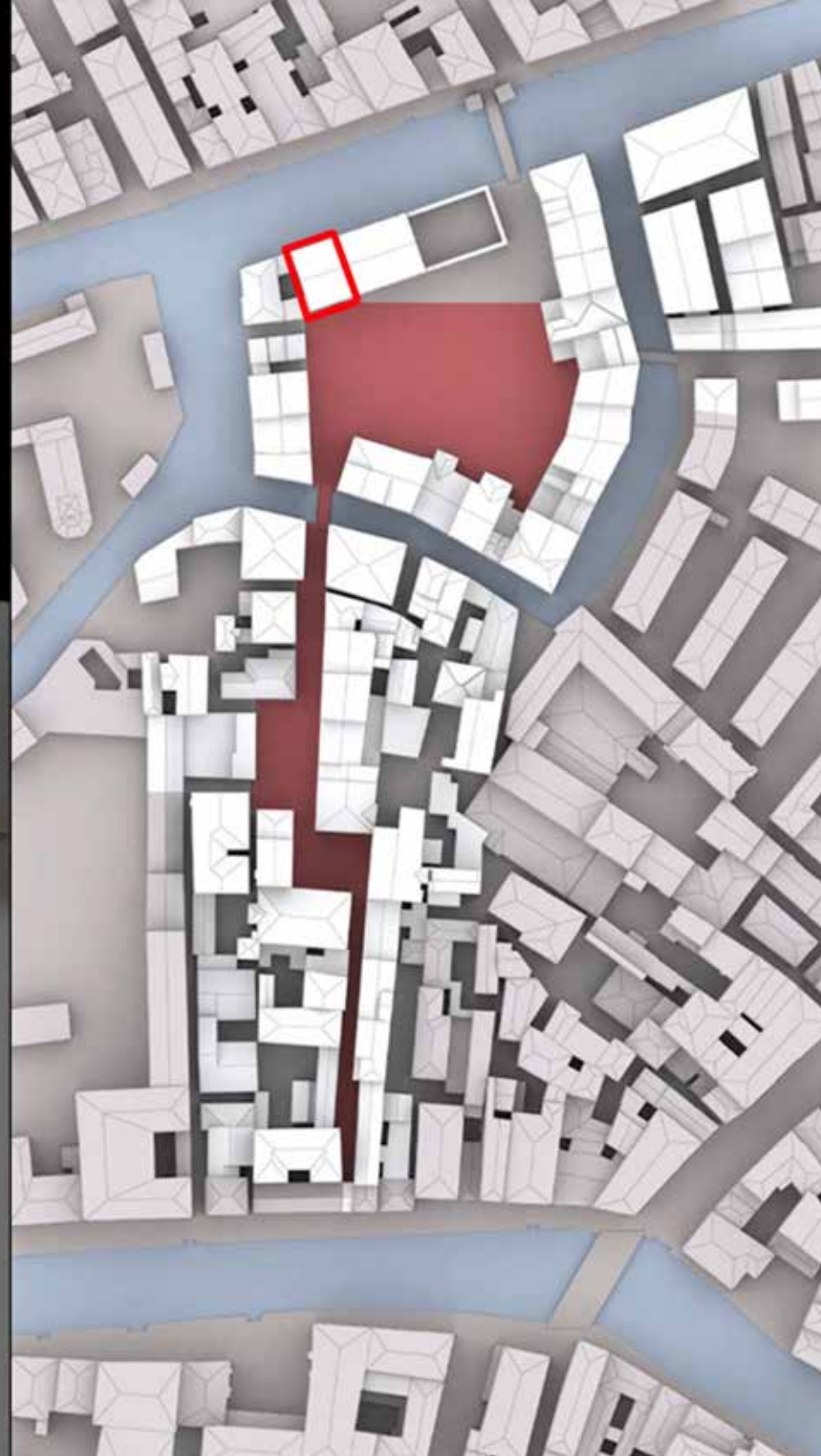
Ghetto: incremento dell'altezza degli edifici

Ghetto: increasing height of the buildings

dall'uso della prospettiva, ci ha permesso di sottolineare la strategia visiva di Canaletto che ha privilegiato informazioni specifiche sulla città e la sua architettura. Il processo di modellizzazione e rappresentazione della realtà storica basata su documentazione d'archivio, dipinti e persino su dati oggettivi ottenuti attraverso un rilevamento digitale dell'area, implica un nuovo tipo di considerazione critica per lo studio di disegni originali e misurazioni scientifiche, che può portare alla reinterpretazione di fonti storiche sotto una nuova luce. La sfida è superare le incoerenze che stanno dietro le fonti iconografiche e la realtà attuale. Spesso è attraverso l'atto di "ricreare", utilizzando la scienza del disegno e la conoscenza degli storici, che queste incongruenze si rivelano. Combinare la scienza visiva e l'esperienza nell'approccio accademico, ci sembra un'operazione che migliora la nostra comprensione dello spazio urbano: infatti, diventa possibile interpretare la comprensione di un luogo e contribuire alla



costruzione della conoscenza al riguardo guidando e controllando l'interazione tra medium e l'osservatore. Lo studio di un dipinto di Canaletto sottolinea il ruolo sfaccettato della realtà virtuale, che è andata ben oltre la semplice descrizione della città. Da un lato, il modello virtuale 3D rappresenta le condizioni urbane e gli artefatti architettonici nel loro contesto storico; dall'altra, le regole della prospettiva indicano come la strategia pittorica di un artista può essere il risultato della giustapposizione di più viste. Gli strumenti digitali per lo studio della pittura superano il momento cristallizzato di una visione statica in "immagini" dinamiche e fisicamente



Ghetto: localizzazione degli edifici sul modello 3D e documenti originali

Ghetto: highlighting the buildings using 3D models and original documents

interattive. Questo mondo virtuale, versatile nello spazio e nel tempo, traduce studi e analisi accademici in avvincenti ricostruzioni 3D. I modelli 3D, a loro volta, svolgono una duplice funzione: sono veicoli eccezionali per comunicare e diffondere i meccanismi complessi legati ai cambiamenti urbani e facilitano nuove strategie di indagine per l'analisi dell'architettura storica. In contrasto con le forme tradizionali, di solitarie borse di studio, la collaborazione multidisciplinare nella creazione di modelli 3D apre vie di interpretazione innovative. In questo contesto le nuove frontiere del disegno e della rappresentazione architettonica offrono agli



storici l'opportunità di visualizzare la città, sia nel passato che nel presente, e di intraprendere ricerche accademiche e diffondere i risultati in un modo più ampio e dinamico. La trasformazione storica e urbana nel tempo, espressa dinamicamente, può quindi fungere da facilitatore di concetti scientifici, anche complessi, immergendo il pubblico - generico visitatore, studioso o studente - in attività virtuali simulate che traggono profitto dal senso del movimento, approssimando la realtà. In futuro, i ricercatori, confrontando l'approccio della pubblicazione tradizionale nella storia architettonica e urbana - chiusa e finita - al nuovo sistema di



Ghetto: distribuzione dei pavimenti ad incastro

Ghetto: distribution of interlocking floors

conoscenza innescato dai media virtuali - aperti e dinamici - contribuiranno con i loro studi e approfondimenti ad una più consapevole diffusione del patrimonio architettonico.



Ghetto: overlapping "curtains"
of historical reconstruction over
the real buildings

*Ghetto: sovrapposizione delle
ricostruzioni storiche sopra gli
edifici reali*

Ghetto: ricostruzione digitale 3D
del palazzo con tripla bifora

*Ghetto: 3D digital reconstruction
of the Palace with a triple lancet
window*



Modellazione delle trasformazioni storiche.
Opportunità e problematiche per la produzione di elaborati visivi di qualità.

Isabella Friso

Rappresentare la storia delle città – o dei singoli edifici che la caratterizzano – attraverso la visualizzazione delle sue trasformazioni durante il tempo, è la tematica attorno alla quale gravita gran parte della ricerca, in ambito padovano. Se da un lato i cloni digitali prodotti con il CAD tengono conto sia degli aspetti geometrici che della configurazione spaziale degli edifici, dall'altro, il problema principale sta nel trovare una metodologia consona alla divulgazione chiara e corretta dei dati acquisiti. Infatti, oggi più che mai, le grandi potenzialità attribuite alle nuove tecnologie ci aiutano a realizzare modelli – siano essi interoperabili o no –, strumenti utili per il controllo e la verifica

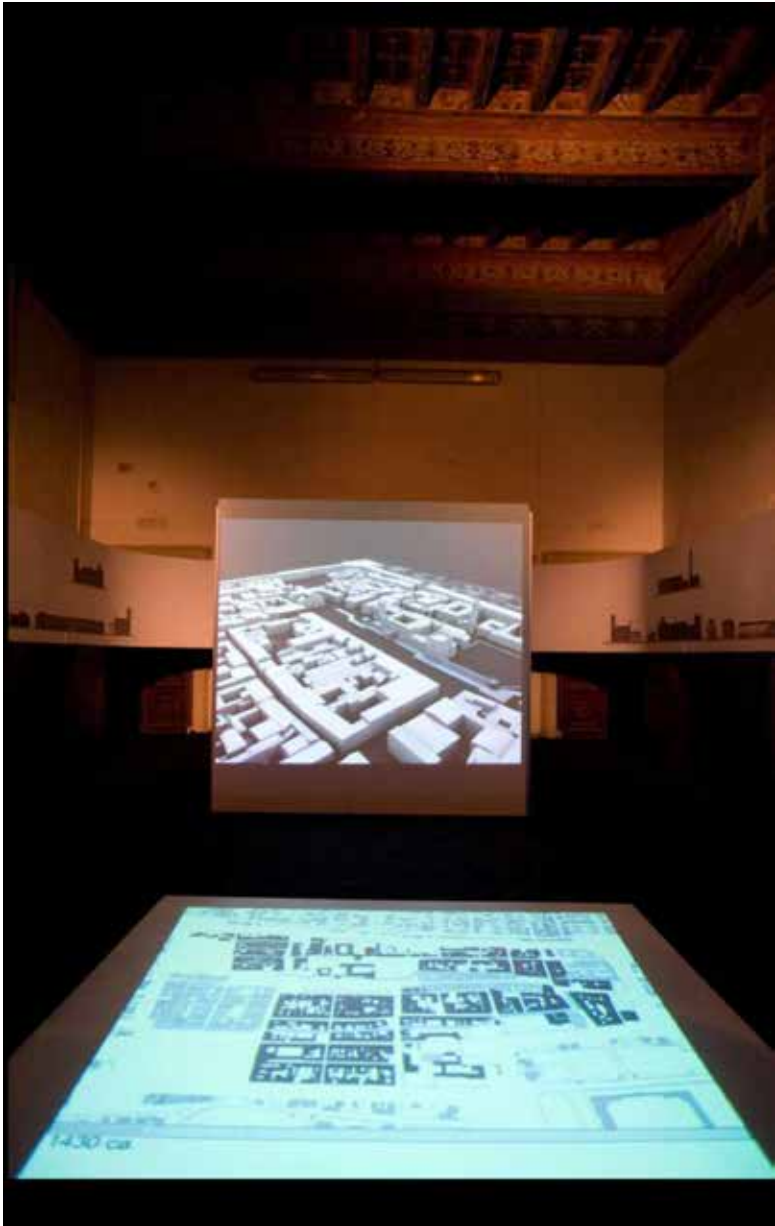
Carpi oggi. Planimetria
Carpi today. Plan

Piazza dei Martiri a Carpi oggi. Vista assonometrica
Square of Martiri, Carpi, today. Axonometrical view

Istallazione per la Mostra "In mezzo a un dialogo. La piazza di Carpi dal rinascimento ad oggi", Palazzo dei Pio, Carpi 2012

Installation in the exhibition "In mezzo a un dialogo. La piazza di Carpi dal rinascimento ad oggi", Palazzo dei Pio, Carpi 2012

di quei dati estremamente eterogenei, dai quali è impossibile prescindere, al fine di ottenere una narrazione coerente e il più fedele possibile del caso studio analizzato. In questo ultimo periodo di ricerca due sono stati i casi emblematici in cui il tema fondamentale riguarda la ricostruzione virtuale e, successivamente, la visualizzazione delle trasformazioni del territorio: il primo ha come oggetto il centro storico della città di Carpi compreso all'interno delle sue mura, il secondo rientra nel progetto internazionale di Visualizing Venice e prevede l'analisi puntuale di alcuni campi della città lagunare. Pur scegliendo una stessa metodologia di lettura in cui cogliendo lo spirito attuale del contesto urbano si applica poi un processo a ritroso nel tempo analizzando i momenti storici determinanti⁸, i due progetti si differenziano proprio in base al tipo di output ottenuto dalla modellazione: un clone CAD nel primo caso, uno BIM interoperabile nel secondo. La scelta dell'uno piuttosto che l'altro dipende *in primis* dalle finalità del modello stesso



e, in seconda istanza, dal tipo di *output* che si intende produrre e benché le difficoltà affrontate in entrambi i casi siano di molteplice natura, bisogna però riconoscere che il lavoro è il risultato dell'interpretazione di un'ampia mole di documenti storici, scientifici, letterari e grafici. Gli elaborati grafici prodotti per rintracciare l'originaria *forma urbis* della città di Carpi ne raccontano la storia, partendo da un rilievo del contesto urbano attuale fino a risalire alla conformazione trecentesca del territorio, passando, in alcuni casi, da una scala prettamente urbana, a quella di dettaglio architettonico che interessa gli edifici più emblematici, antistanti la lunga piazza principale: il castello, il teatro, il lungo portico che delimita il vuoto urbano e il duomo. I dati rielaborati, confluiti all'interno di due diverse mostre, sono stati divulgati dunque mediante disegni, video, animazioni e modelli fisici. Il risultato dunque non ha la pretesa di rivelare una verità assoluta ma, oltre a cristallizzare il

Il Duomo nella sua configurazione attuale
The cathedral today

territorio in un periodo storico ben preciso, il valore aggiunto di queste ricerche deriva dal loro carattere estremamente scientifico. Sebbene la tendenza odierna sia quella di produrre modelli parametrici che oltre a simulare la genesi geometrica delle superfici permettono anche di interrogare il modello ottenendo informazioni relative alla struttura dell'edificio, si è visto come in certi casi oggi sia ancora necessario elaborare i dati con *software* che non tengono conto di queste sofisticate informazioni, soprattutto quando la scala di rappresentazione non necessita di un così elevato grado di dettaglio. È il caso ad esempio degli elaborati finalizzati ad una prototipazione rapida (*Rapid Prototyping*) dei cloni virtuali. Questo tipo di problematica è infatti emersa proprio durante l'elaborazione delle *maquette* in polvere di gesso di alcune porzioni di città. Sebbene l'uso di *software* di modellazione spinta consenta di simulare edifici esattamente uguali agli omologhi reali, ottenendo dettagli riproducibili anche in scala reale (1:1), si



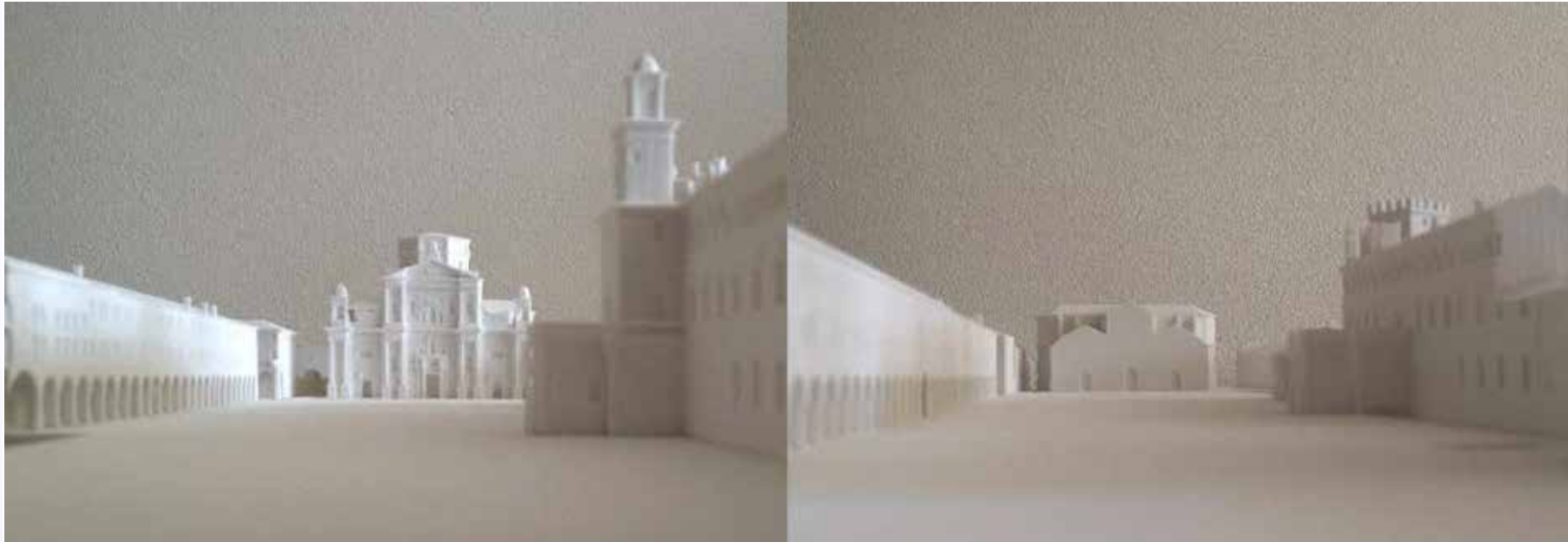
è visto come questo tipo di rappresentazione sia del tutto inutile quando ci si scontra con i limiti tecnologici dettati dalle stampanti 3d ad oggi in commercio: affinché il gesso sia solido e resistente, il modello fisico deve avere uno spessore minimo, alla base, di almeno 3mm.

Lo studio della configurazione originaria del Duomo di Carpi così come concepita dall'architetto Baldassarre Peruzzi (1481-1537) era finalizzato alla realizzazione di una applicazione – *app* – per *devices* mobili – *tablet* e *smartphone* – mediante i quali inquadrando un *pattern*, all'interno della sala espositiva, era possibile confrontare il modello virtuale texturizzato della chiesa (un *analogon* di quello ligneo andato perduto) con quelli di altri due edifici religiosi realizzati dallo stesso Peruzzi, coevi, presenti invece alla mostra. L'intento era quello di mostrare attraverso la ricostruzione digitale, la scientificità dello studio confrontando analogie e differenze del progetto per il Duomo carpigiano con altri progetti realizzati dallo stesso autore⁹.

Il Duomo secondo il progetto originario

The original design of the cathedral

Dunque se è pur vero che le nuove tecnologia oggi ci permettono di raggiungere una modellazione sempre più spinta e capace di ambire a livelli superiori offrendo la possibilità di implementare i nostri *database* digitali aggiungendo informazioni e dettagli, non è altrettanto vero che la qualità dell'*output* sia direttamente proporzionale alla qualità del modello prodotto.



Note

- 1 - Blaise, J.Y., Dudek, I.: *Beyond graphics: information. An overview of infovis practices in the field of the architectural heritage*. In: Third International Conference Computer Graphics Theory Applications, GRAPP 2008 (2008).
- 2 - De Luca, L., Veron, P., Florenzano, M.: *Reverse engineering of architectural buildings based on a hybrid modeling approach*. Comput. Graph. 30, 160–176 (2006).
- 3 - È obiettivo del progetto sotto l'aspetto informativo, di specificare delle guide per la scomposizione delle singole componenti (finestre, lesene, colonne).
- 4 - Sono di conseguenza noti la posizione del punto di vista, la direzione di presa, la posizione del quadro, la geometria di un elemento notevole (sotto forma di punti, linee, superfici).
- 5 - Sgrosso, A.: Note di fotogrammetria applicata all'architettura. Lithorapid, Napoli (1979).
- 6 - Realizzato mediante V.P.L. (Visual Programming Language), Autodesk Dynamo.

I due modelli in gesso della piazza a confronto

Comparison between the two chalk model of the square

- 7 - <http://www.visualizingvenice.org>
- 8 - C. Monteleone, *Verso una delle verità: rappresentare Carpi e le sue trasformazioni*, in A. Giordano, M. Rossi, E. Svalduz (a cura di), *In mezzo a un dialogo. La piazza di Carpi dal Rinascimento a oggi*, Edizioni APM, Carpi (MO) 2012, pp.87-91.
- 9 - Cfr. I. Friso, *"I problemi sorgono modellando": congruenze e ambiguità nella ricostruzione digitale del Duomo di Carpi*, in A. Giordano, M. Rossi, E. Svalduz (a cura di), *Costruire il Tempio Baldassarre Peruzzi per il Duomo di Carpi*, Edizioni APM, Carpi (MO) 2015, pp. 52-57.

Andrea Giordano

Full Professor presso il Dipartimento DICEA, Università degli studi di Padova • Full Professor at the DICEA Department, University of Padua

andrea.giordano@unipd.it

Federico Panarotto

PhD student presso il Dipartimento DICEA, Università degli studi di Padova • PhD Student at the DICEA Department, University of Padua

federico.panarotto@unipd.it

Paolo Borin

PhD research fellow presso il Dipartimento DICEA, Università degli studi di Padova • PhD research fellow at the DICEA Department, University of Padua

paolo.borin@unipd.it

Rachele A. Bernardello

Research fellow presso il Dipartimento dCP, Università IUAV di Venezia • Research fellow at the dCP Department, University IUAV of Venice

racheleangela.bernardello@unipd.it

Cosimo Monteleone

Associate Professor presso il Dipartimento DICEA, Università degli studi di Padova • Associate Professor at the DICEA Department, University of Padua

cosimo.monteleone@unipd.it

Isabella Friso

Assegnista di Ricerca presso Università Iuav di Venezia • Research fellow at the Università Iuav di Venezia

ifriso@iuav.it