

Strumenti digitali integrati per l'intervento sul costruito esistente

L'Integrazione dei dati in ambiente BIM a supporto dell'innovazione tecnologica

Digital Integrated tools for the intervention on existing buildings

Data integration in BIM environment to support technological innovation

Nicola Tasselli

Il contributo vuole indagare la possibilità di definire un processo metodologico strutturato per l'intervento sul costruito esistente del XX secolo. Questo processo, partendo dall'acquisizione di dati digitali integrati, mira a definire processi di aggregazione in ambiente BIM, arrivando a delineare modalità operative replicabili in funzione delle specifiche necessità richieste dall'intervento sul costruito.

The paper aims to investigate a methodological process for the intervention on the existing built asset of the 20th century. This process starts from the acquisition of integrated digital data and aims to define aggregation processes in BIM environment, outlining operational methods that can be replicated according to the specific needs required by the intervention on the built environment.

Vista Est del caso studio preso in esame. Abitazione residenziale edificata tra il 1980 ed il 1986 nella provincia di Ravenna (Emilia-Romagna, Italia)

East view of the case study. Residential house built between 1980 and 1986 in the province of Ravenna (Emilia-Romagna, Italy).



Il presente contributo vuole definire il punto di partenza di un percorso di ricerca che ha come obiettivo l'integrazione tra la disciplina del rilievo e della rappresentazione e l'impiego di strumenti digitali applicati all'intervento sul costruito. La ricerca dell'integrazione tra questi linguaggi vuole essere il driver per favorire l'adozione di metodologie innovative che permettano agli operatori (S/M/L/XL) di affrontare con strumenti adeguati una delle sfide più grandi del nostro tempo: l'intervento sul patrimonio costruito esistente. Nel panorama attuale gli interventi di conservazione, riqualificazione e rigenerazione del patrimonio edilizio esistente rappresentano l'ambito di intervento più importante

Vista d'insieme della nuvola di punti del perimetro esterno dell'edificio con identificazione altimetrica dei due piani dell'edificio. (Individuati al piano di calpestio)

Overview of the point cloud of the external perimeter of the building with altimetric identification of the two floors of the building. (Identified at floor level)

per gli attori coinvolti nella filiera delle costruzioni, attirando investimenti in termini sociali, di sostenibilità ambientale e di speculazione economica. L'ambito di intervento è limitato al territorio Emiliano-Romagnolo, e si basa su una serie di priorità individuate nell'ambito di progetti di monitoraggio relativi alle strategie regionali di ricerca ed innovazione. Queste strategie identificano come traiettorie di sviluppo strategiche per la filiera delle costruzioni attività come la riqualificazione del patrimonio esistente, la rigenerazione urbana, la qualità architettonica e l'innovazione tecnologica e di processo.

This contribution aims to define the starting point of a research path that aims to integrate the discipline of surveying and representation and the use of digital tools applied to the built environment. The search for integration between these languages is intended to be the driver to foster the adoption of innovative methodologies that allow operators to face one of the most significant challenges of our time with adequate tools:

the intervention on existing built heritage. The scope of intervention is limited to the Emilia-Romagna territory and is based on a series of priorities identified in monitoring projects relating to regional research and innovation strategies. The digitalization of processes is now topical in many sectors, but not in the construction industry. Encouraging the adoption of digital methodologies is a strategic priority for the

supply chain. Activities such as documentation, surveying and building management in a BIM environment (Geometry, information, maintenance, etc.) represent fields of application that are well suited to be energetically digitized and interconnected. The proposed research is intended to contribute to the development of digital tools, mainly conveyed in BIM environment, applied to the existing building in the regional context, to define

technological solutions and intervention and monitoring protocols useful for greater efficiency in the regenerative intervention process. The optimization of the integrated digital survey phase and the application of the Building Information Modeling methodology are the main objectives of the research. The first one aims to define acquisition, archiving, analysis and management protocols that allow the integration of the information

component with the metric-morphological component. The second applies the BIM methodology to the existing intervention, improving the management process of regenerative interventions, creating a digital archive usable by the actors involved. These digital tools allow a more articulated dialogue between the designer, the builder and the supply chain of manufacturers of building materials and systems.

Vista Nord-Ovest. Dettaglio della rete di target creata per il processo di rilievo tramite SFM (Structure from motion). Alcuni punti a terra (GCP) sono stati utilizzati per definire la maglia di controllo tramite GPS-RTK

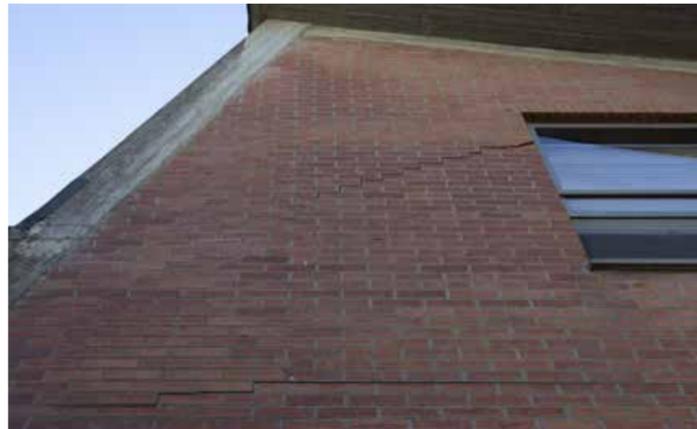
Northwest view. Detail of the target network created for the survey process by SFM (Structure from motion). Some ground points (GCP) were used to define the control mesh via GPS-RTK

Vista Sud-Ovest. Dettaglio della parete esterna soggetta a cedimento strutturale.

Southwest view. Detail of the external wall affected by structural failure.

L'integrazione di strumenti digitali di acquisizione e di gestione dei dati, standardizzati e semplificati in termini di adottabilità da parte di un pubblico di operatori il più ampio possibile, favorisce la permeabilità tecnologica in un ambito storicamente poco recettivi all'innovazione. Riversare queste informazioni in ambienti digitali *open standard* (BIM) rappresenta la chiave per raggiungere il livello informativo, di integrazione ed accessibilità del dato, indispensabile per operare in un mondo sempre più basato sullo scambio di informazioni digitali.





La digitalizzazione dei processi è ormai l'attualità in molti settori, ma non nella filiera delle costruzioni. Incentivare l'adozione di metodologie digitali è una priorità strategica per la filiera. Attività come la documentazione, il rilievo e la gestione del fabbricato in ambiente BIM (Geometrie, informazioni, manutenzione, etc) rappresentano campi applicativi che ben si prestano ad essere energeticamente digitalizzati ed interconnessi. La ricerca proposta vuole contribuire allo sviluppo di strumenti digitali, principalmente veicolati in ambiente BIM, applicati al costruito esistente in ambito regionale, per definire soluzioni tecnologiche

Dettaglio della porzione affetta da cedimento strutturale. Già dalla nuvola di punti è possibile effettuare delle valutazioni quantitative.

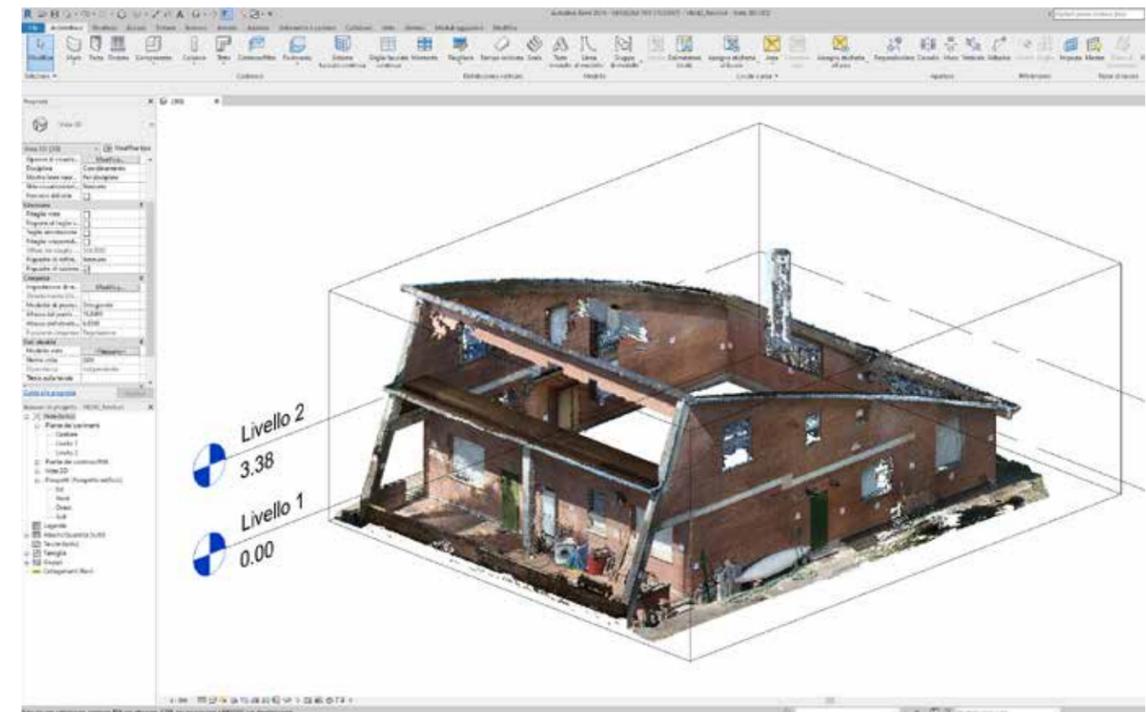
Detail of the portion affected by structural failure. Quantitative evaluations can already be made from the point cloud.



e protocolli di intervento e monitoraggio utili al fine di una maggiore efficienza nel processo di intervento rigenerativo. L'ottimizzazione della fase di rilievo digitale integrato e l'applicazione della metodologia del *Building Information Modeling* sono gli obiettivi principali della ricerca. Il primo vuole definire protocolli di acquisizione, archiviazione, analisi e gestione che permettano l'integrazione della componente informativa con la componente metrico-morfologica. La seconda applica la metodologia BIM all'intervento sull'esistente, migliorando il processo di gestione degli interventi rigenerativi, creando un archivio informatizzato fruibile dagli attori coinvolti. Questi strumenti digitali permettono un dialogo più articolato tra il progettista, il costruttore e la filiera dei produttori di materiali e sistemi per l'edilizia.

Lo stato dell'arte

Per identificare quali possano essere le azioni più efficaci su cui lavorare è necessario in prima battuta di definire lo Stato dell'Arte. In termini di digitalizzazione del patrimonio esistente e di modellazione parametrica BIM possiamo contare su una varietà corposa di ricerche attive. Queste ricerche vanno dallo sviluppo di nuove tecnologie di rilievo e diagnostica, all'ottimizzazione di metodologie



La nuvola di punti inserita nel software di modellazione BIM. La nuvola è il riferimento utilizzato per la modellazione tridimensionale del caso studio.

The point cloud embedded in the BIM modeling software. The cloud is the reference for the three-dimensional modeling of the case study.

speditive *low budget*. A queste si affiancano ricerche che indagano lo sviluppo di banche dati finalizzate alla documentazione del ciclo di vita del costruito, alla sua ottimizzazione e standardizzazione. La conoscenza di questi ambiti di ricerca e la loro messa a sistema rappresenta un aspetto imprescindibile per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio costruito. Un fenomeno da contrastare è rappresentato dall'obsolescenza del dato digitale. Questa obsolescenza, principalmente dovuta ad una mancanza di standardizzazione e retro compatibilità, rischia di compromettere gli sforzi impiegati. In tal senso si rende necessario operare con azioni che garantiscano la fruizione nel tempo delle informazioni raccolte e l'interoperabilità tra sistemi (*Open access data*) evitando formati di archiviazione proprietari. La ricerca si pone come obiettivi l'ottimizzazione del processo di digitalizzazione e la gestione dell'intervento sull'esistente, lavorando sull'efficienza del flusso di gestione dei dati raccolti mediante la modellazione parametrica.

The state of the art

To identify the most effective actions to work on, it is necessary to define the State of the Art. In terms of digitization of existing heritage and parametric BIM modelling, we can count on a lot of active research. This research ranges from the development of new survey and diagnostic technologies to the optimization of low budget survey methodologies. These are flanked by research

that investigates the development of databases aimed at documenting the life cycle of the built environment, its optimization and standardization. For this reason, the research aims to optimize the digitization process and the management of the intervention on the existing one, working on the efficiency of the management flow of data collected through parametric modelling.

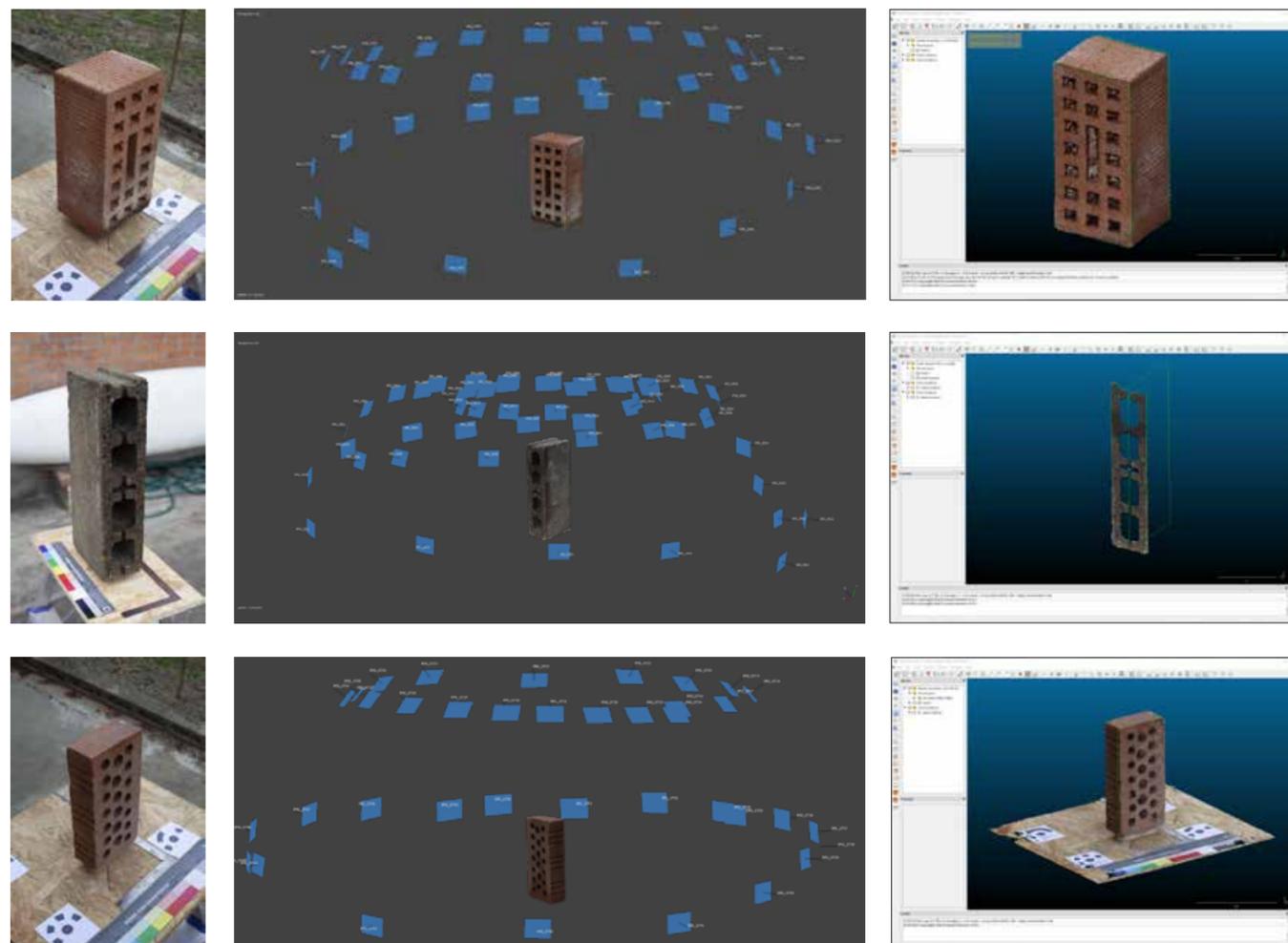
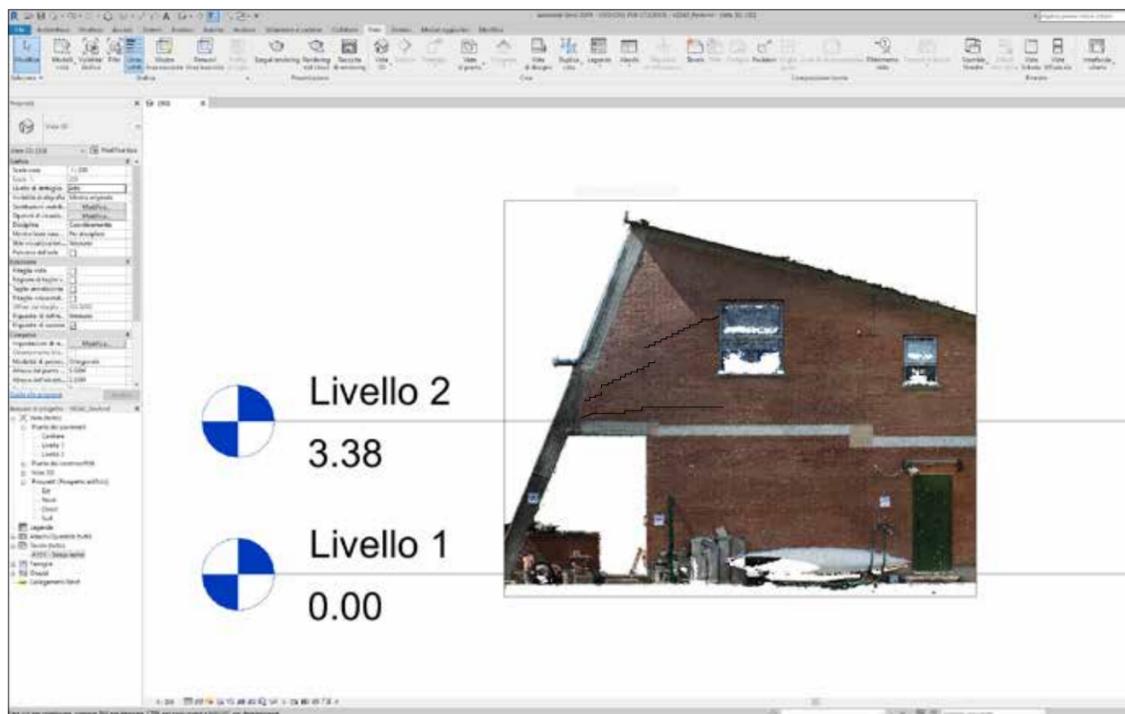
Methodology

The methodology proposed for this research is divided into four phases: Definition of State of the Art, optimization of integrated survey protocols (scale and complexity), Critical analysis of the information and characteristics to be implemented in the management of information in the BIM environment, aimed at the creation of tools enriched with information data (packages/library) created

explicitly for the intervention on the built environment. The fourth phase is dedicated to the testing of case studies identified at the regional level. Case studies carried out during the 20th century and characterized by size and complexity useful to test the proposed tools.

The theme expressed in this research is to use the key of project representation as a tool for the interconnection between different knowledge

and different information levels. The project, therefore, aims to develop optimized procedures that lead to the definition of working methodologies that favour, through the use of BIM information models, the sharing of the project process among the actors involved.



La nuvola di punti generata dal software di SFM viene porzionata per permetterne un utilizzo più agevole in fase di modellazione.

The point cloud generated by SFM's software is portioned to make it easier to use during modeling.

Metodologia

La metodologia proposta per questa ricerca è articolata in quattro fasi: Definizione dello Stato dell'arte, Ottimizzazione di protocolli di rilievo integrato (scala e complessità), Analisi critica delle informazioni e delle caratteristiche da implementare nella gestione delle informazioni in ambiente BIM, finalizzata alla realizzazione di strumenti arricchiti da dati informativi (pacchetti/librerie) appositamente realizzati per l'intervento sul costruito. La quarta fase è dedicata al test su casi studio individuati a livello regionale. Casi studio realizzati durante il XX sec. E caratterizzati da dimensioni e complessità utili a testare gli strumenti proposti.

Partendo quindi dall'analisi dello Stato dell'Arte, che comprende anche l'analisi comparativa degli strumenti digitali disponibili (*Hardware/software*) si passa all'identificazione di una metodologia di acquisizione di informazioni digitali finalizzata alla definizione di protocolli. In questa fase vengono analizzati e comparati i metodi di rilievo integrato, morfometrico e diagnostico, e definiti i criteri per il data capturing and data management al fine di ottimizzare le procedure in funzione delle specifiche esigenze dettate dalla tipologia di intervento da effettuare. L'analisi degli strumenti impiegabili per la raccolta della documentazione e per il rilievo, già disponibili ed integrabili nella fase di acquisizione delle informazioni è indispensabile per ottenere un modello in cui i dati relativi ad aspetti morfologici e diagnostici, siano integrati alle caratteristiche metriche.

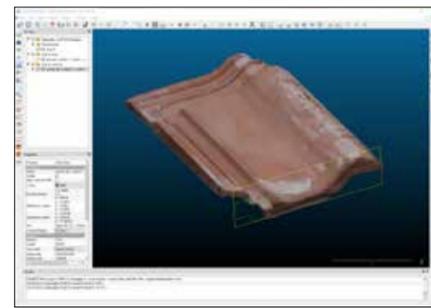
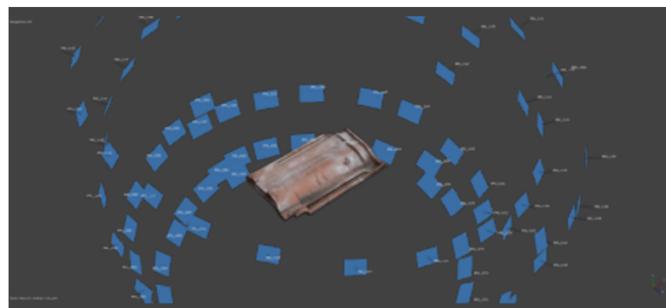
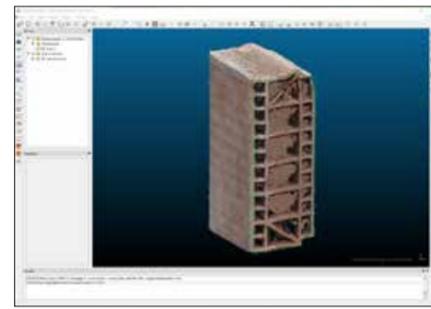
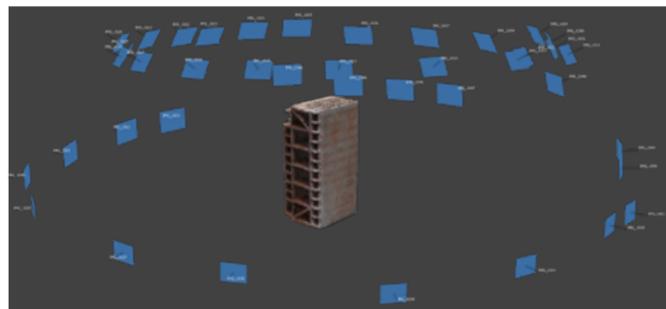
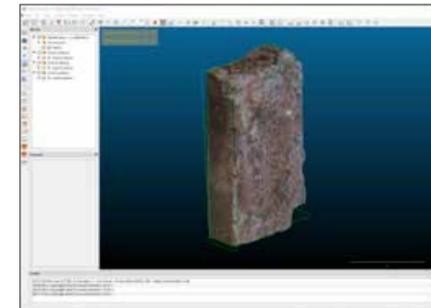
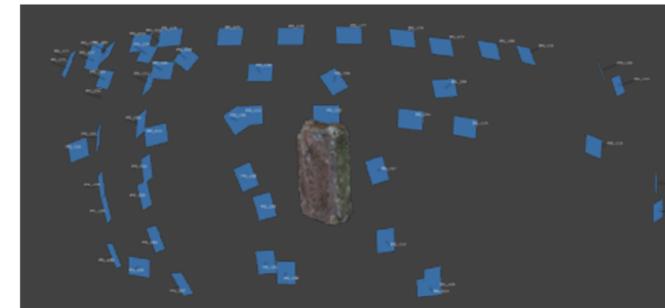
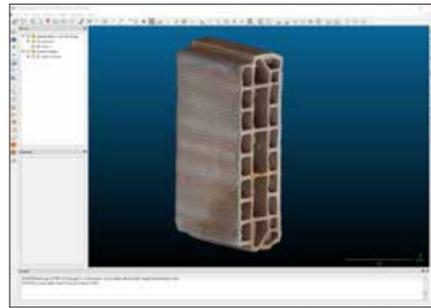
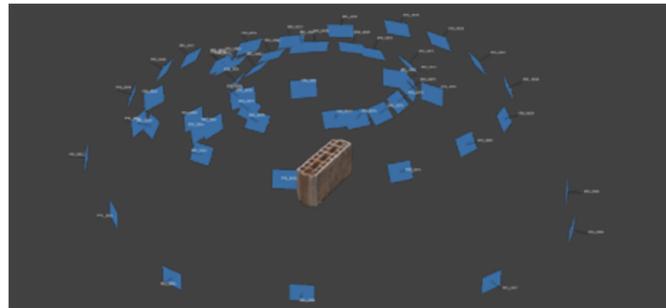
Va inoltre previsto un sistema di gestione delle informazioni catalogate che tenga in considerazione le necessità delle varie figure coinvolte nel processo edilizio, strutturando una banca dati integrata ed interoperabile. In campo architettonico questo sistema di gestione ed aggregazione delle informazioni avviene mediante l'impiego di applicativi BIM. Questi applicativi richiedono specifiche modalità

di acquisizione dei dati per operare correttamente nelle successive fasi di modellazione e arricchimento informativo. Il *workflow* che viene a delinearsi si adatta quindi in funzione delle caratteristiche e dei livelli di informativi necessari a seconda dell'obiettivo prefissato. In questa fase si opera sulla definizione delle metodologie e procedure finalizzate alla modellazione parametrica, operando su procedure che permettano la definizione delle singole componenti in scala reale, in cui le informazioni geometriche siano integrate a dettagli immateriali (LoG, LoI) come descrizioni analitiche relative ai materiali impiegati, alle fasi di lavorazione, ai costi ecc. facendo sì che

Rilievo tridimensionale (SFM) degli elementi che compongono il caso studio. In questo caso è stato possibile analizzare un buon numero di campioni per ogni elemento. L'output del processo è utile per la catalogazione e per l'estrazione dei profili geometrici.

Three-dimensional survey (SFM) of the elements that compose the case study. In this case it was possible to analyze a good number of samples for each element. The output of the process is useful for the cataloging and extraction of geometric profiles.

il prodotto finito, fruito nel suo insieme, mantenga caratteristiche tali in termini di dimensione e complessità da permetterne la fruizione. L'obiettivo finale del modello definisce oltre al *workflow* iniziale anche gli output previsti. Gli *output* possibili variano infatti a seconda della fase progettuale, e nel caso di intervento sul costruito esistente devono integrare quelle informazioni relative a interventi pregressi, materiali impiegati, componenti e sistemi tecnologici, aggregandoli e rendendoli accessibili nella fase di progetto dell'intervento di riqualificazione. Il modello così strutturato (*Digital twin*) diventa la copia digitale dell'edificio esistente, arricchito da un



procedure ottimizzate che portino alla definizione di metodologie di lavoro che favoriscano, tramite l'impiego di modelli informativi BIM, la condivisione del processo progettuale tra gli attori coinvolti, evitando errori nell'esecuzione delle opere e l'incomprensioni tra operatori, essendo aspetti già valutabili in fase progettuale. Questa ricerca vuole elevare il livello di digitalizzazione dei processi impiegati nell'intervento sul costruito, favorendo la standardizzazione degli interventi e facilitando l'adozione di nuove soluzioni tecnologiche integrate (Digital fabrication).

Una porzione del fabbricato è realizzata in mattoni pieni fatti a mano. Questi laterizi sono caratterizzati da geometrie irregolari rispetto a quelli industriali, il delta metrico tra i vari campioni è infatti superiore ai 5 mm.

A portion of the building is made of handmade solid brick. These bricks are characterized by irregular geometries compared to industrial ones, the metric delta between the various samples is in fact more than 5 mm.

La strumentazione utilizzata per il rilievo di questo caso studio è composta da una macchina fotografica full frame con ottica fissa (Canon 50mm F1.4) montata su asta telescopica per le prese in quota o su cavalletto per le prese in accoppiata con banco girevole. Il materiale fotografico Raw raccolto è stato catalogato e processato per essere poi impiegato in un flusso di applicativi al fine di ottenere il dato discretizzato.

The instrumentation used for the survey of this case study is composed of a full frame camera with fixed optics (Canon 50mm F1.4) mounted on a telescopic pole for high altitude sockets or on a tripod for sockets coupled with a rotating bench. The collected Raw photographic material has been catalogued and processed to be used in a flow of applications in order to obtain the discrete data.



Crediti / Acknowledgement

La ricerca si inserisce nell'ambito del Dottorato di Ricerca IDAUP - Dottorato Internazionale Architettura & Pianificazione Urbana, 35° ciclo, consorzio tra l'Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Architettura, la Polis University di Tirana e, come Associate Members, l'Università di Minho, Guimaraes (Portogallo), la Slovak University of Technology, Institute of Management, Bratislava (Slovacchia) e University of Pécs / Pollack Mihaly Faculty of Engineering and Information Technology (Ungheria). La ricerca è in corso di sviluppo grazie alla borsa finanziata dalla Regione Emilia-Romagna, bando Alte Competenze per la ricerca, il trasferimento tecnologico e l'imprenditorialità (Delibera di Giunta Regionale n. 39 del 14/01/2019), dal titolo: Applicazione di strumenti digitali integrati per il rilievo, la diagnostica e la modellazione BIM a supporto dell'innovazione di componenti e sistemi, prodotti e servizi ad alto valore aggiunto per l'intervento sul costruito esistente. Borsa di dottorato approvata con la Deliberazione della G.R. n. 462/2019 "Approvazione dei progetti di formazione alla ricerca presentati a valere sull'invito approvato con propria deliberazione n. 39/2019. POR FSE 2014/2020" Rif. PA 2019-11299/RER - CUP F75J19000440009.

The research is part of the IDAUP - International Doctorate in Architecture & Urban Planning, 35th cycle, consortium between the University of Ferrara, Department of Architecture, Polis University of Tirana and, as Associate Members, the University of Minho, Guimaraes (Portugal), Slovak University of Technology, Institute of Management, Bratislava (Slovakia) and University of Pécs / Pollack Mihaly Faculty of Engineering and Information Technology (Hungary). The research is being developed thanks to the grant funded by the Emilia-Romagna Region. Call Alte Competenze per la ricerca, il trasferimento tecnologico e l'imprenditorialità (Delibera di Giunta Regionale n. 39 del 14/01/2019), entitled: Application of integrated digital tools for surveying, diagnostics and BIM modelling to support innovation of components and systems, products and services with high added value for the intervention on existing buildings. Doctoral fellowship approved by the Deliberation of the G.R. n. 462/2019 "Approval of the research training projects presented on the basis of the Call approved by its own resolution n. 39/2019. POR FSE 2014/2020" Ref. PA 2019-11299/RER - CUP F75J19000440009.

Tasselli Nicola
Architetto, Dottorando, IDAUP – Dottorato Internazionale Architettura & Pianificazione Urbana 35° ciclo, Università degli Studi di Ferrara • Architect, PhD candidate, IDAUP – International Doctorate Architecture and Urban Planning 35th Cycle, University of Ferrara
nicola.tasselli@unife.it

database di informazioni (Archivistiche, documentali, diagnostiche, tecniche, ecc.) difficilmente fruibili tramite un'ispezione diretta. Il Digital twin è quindi lo strumento di lavoro attraverso il quale tutti gli attori coinvolti nel processo si confrontano, identificando le tecnologie da utilizzare nel processo di riqualificazione, nella fase di gestione del cantiere e per il monitoraggio futuro. Le procedure così delineate vengono testate e verificate su casi studio identificati sulla base di indicatori che permettano una valutazione esaustiva delle procedure proposte. Questi casi studio devono prevedere l'impiego delle procedure in tutte le fasi di impiego previste, dall'acquisizione dei dati

I profili geometrici estratti dalle nuvole di punti (Utilizzando software specifici, in questo caso cloud compare) sono utilizzati nella fase di modellazione tridimensionale in ambiente BIM, per definire geometricamente gli elementi che compongono le stratigrafie orizzontali e verticali del caso studio.

The geometric profiles extracted from the point clouds (using specific software, in this case Cloud Compare) are used in the three-dimensional modeling phase in the BIM environment to geometrically define the elements that represent the horizontal and vertical stratigraphies that compose the case study.

alla modellazione integrata di dati geometrici ed informativi. I casi studio così strutturati andranno a creare un database ramificato, strutturato in modo da permettere la messa a sistema delle informazioni catalogate nei singoli casi studio. Operare sia su singoli modelli informativi che sulla loro aggregazione permetterà di proporre protocolli operativi utili per la gestione dell'intervento sull'esistente.

La tematica espressa in questa ricerca è quella di utilizzare la chiave della rappresentazione del progetto come strumento per l'interconnessione tra diversi saperi e differenti livelli informativi. Il progetto ha quindi l'obiettivo di sviluppare