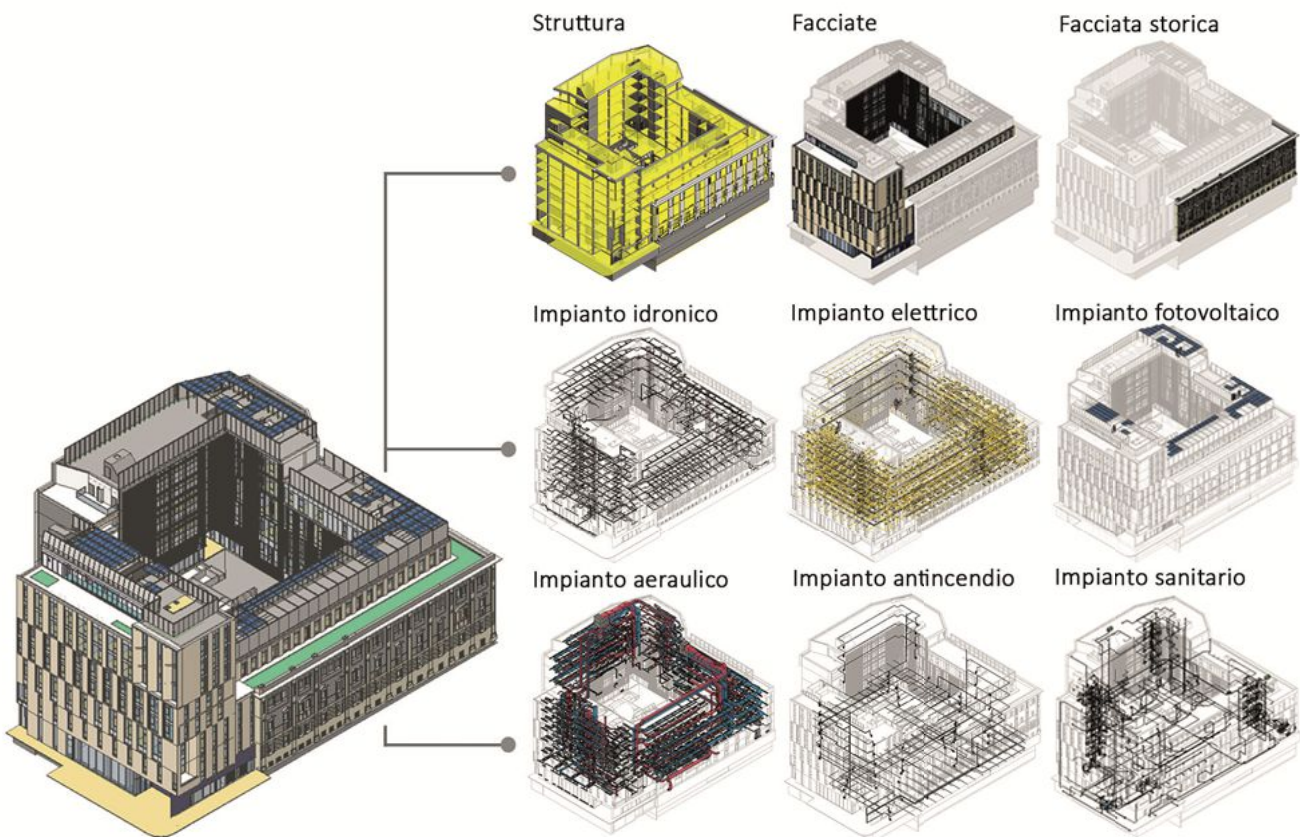




Building Information Modeling, Data & Semantics

n.1 ottobre/october 2017





INDICE/INDEX

EDITORIALE

EDITORIAL

T. Emler, M. Lo Turco 3

MODELLAZIONE H-BIM E RICOSTRUZIONE DELLE TRASFORMAZIONI DEL COSTRUITO STORICO

H-BIM MODELING AND HISTORICAL RECONSTRUCTION OF ARCHITECTURAL HERITAGE

S. Scandurra, M. Pulcrano, C. Tarantino, A. Di Luggo 6

HERITAGE BIM: RIFLESSIONI METODOLOGICHE ED INTEROPERABILITÀ CON LE SIMULAZIONI NUMERICHE

HERITAGE BIM: METHODOLOGICAL REFLECTIONS AND INTEROPERABILITY WITH NUMERICAL SIMULATIONS

E. Gigliarelli, F. Calcerano, M. Calvano, F. Ruperto, M. Sacco, L. Cessari 19

VERSO UNA PRATICA DEL BIM: TRE CASI DI STUDIO

TOWARDS A PRACTICE OF BIM: THREE CASE STUDIES

Alberto Cristofolini, Giovanna a. Massari 32

REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE DELLA SIBARITIDE: STRATEGIE DI COLLABORAZIONE PER LE CONCESSIONI IN AMBIENTE BIM

CONSTRUCTION OF THE NEW HOSPITAL OF THE SIBARITIDE: COLLABORATION STRATEGIES FOR CONCESSIONS IN THE BIM ENVIRONMENT

C. Greco 41

LA CASA ALBERO DI PERUGINI - IL BIM ANTE LITTERAM

PERUGINI'S TREE HOUSE - BIM ANTE LITTERAM

A. Raimondi, F. Ripoli 53

STABILIRE UNA STRATEGIA VINCENTE IN UN PROCESSO BIM

A WINNING STRATEGY IN A BIM PROCESS

M. Sarrocco, A. Reina Rojas 68

TRA CAAD E BIM

BETWEEN CAAD AND BIM

A. Sdegno 75

UN APPROCCIO BASATO SUL BIM PER LA GESTIONE E MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO

A BIM-BASED APPROACH FOR BUILDING STOCK MAINTENANCE AND MANAGEMENT

Francesco Semeraro, Anna Osello, Niccol. Rapetti 87

Curatori del numero

Editors in Chief

Tommaso Empler, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino, Torino, Italy*

Direzione Scientifica

Associated Editors

Cecilia Bolognesi, *Politecnico di Milano, Milano, Italy*

Tommaso Empler, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino, Torino, Italy*

Laura Inzerillo, *Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy*

Sandro Parrinello, *Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italy*

Francesco Ruperto, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Cettina Santagati, *Università degli Studi di Catania, Catania, Italy*

Graziano Mario Valenti, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Comitato Editoriale

Editorial Board

Yusuf Arayici, *Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, Turkey*

Maarten Bassier, *University of Leuven, Leuven, Belgium*

Stefano Bertocci, *Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy*

Carlo Bianchini, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Maurizio Bocconcinio, *Politecnico di Torino, Torino, Italy*

Frédéric Bosché, *Heriot-Watt University, Edinburgh, United Kingdom*

Cecilia Bolognesi, *Politecnico di Milano, Milano, Italy*

Stefano Brusaporci, *Università degli Studi dell'Aquila, L'Aquila, Italy*

Vito Cardone, *Università degli Studi di Salerno, Salerno, Italy*

Clark Cory, *Purdue University, Indianapolis, USA*

Livio De Luca, *MAP/CNRS, Marseilles, France*

Antonella Di Luggo, *Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italy*

Tommaso Empler, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Stephen Fai, *Carleton University, Ottawa, Canada*

Pablo Lorenzo Eiroa, *Cooper*

Union, New York, USA

Andrea Giordano, *Università degli Studi di Padova, Padova, Italy*

Antonio Gómez-Blanco Pontes, *Universidad de Granada, Granada, Spain*

Sorin Hermon, *Cyprus Institute, Nicosia, Cyprus*

Laura Inzerillo, *Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy*

Massimiliano Lo Turco, *Politecnico di Torino, Torino, Italy*

Arto Kiviniemi, *University of Liverpool, Liverpool, United Kingdom*

Giovanna Massari, *Università degli Studi di Trento, Trento, Italy*

Maurice Murphy, *Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland*

Anna Osello, *Politecnico di Torino, Torino, Italy*

Sandro Parrinello, *Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italy*

Francesco Ruperto, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Livio Sacchi, *Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara, Italy*

Andrew Sanders, *Penn University, Philadelphia, USA*

Cettina Santagati, *Università degli Studi di Catania, Catania, Italy*

Alberto Sdegno, *Università degli Studi di Trieste, Trieste, Italy*

Jose Pedro Sousa, *Universidade do Porto, Porto, Portugal*

Bilal Succar, *University of Technology Sydney, Sydney, Australia*

Graziano Mario Valenti, *Sapienza Università di Roma, Roma, Italy*

Comitato Consultivo

Advisory Board

Pietro Baraton, *Provveditore Interregionale per le OO.PP. Lombardia ed E.Romagna*

Angelo Ciribini, *Presidente ISTE, Università di Brescia, Brescia, Italy*

Bruno Daniotti, *Project Manager InnovAnce, Politecnico di Milano, Milano, Italy*

Alberto Pavan, *Coordinatore norma UNI 11337, Responsabile Scientifico InnovAnce, Politecnico di Milano, Milano, Italy*

Comitato Tecnico

Technical Board

Gregorio Cangialosi, *BIM Manager and BIM Strategist, Studio CABE, Torino, Italy*

Emmanuel di Giacomo, *EMEA BIM & AEC Ecosystem Business, France*

Graziano Lento, *Anafyo Sagl, Ticino, Switzerland*

Paolo Galli, *Implementation Consultant BIM, Milano, Italy*

Diego Minato, *BIM Manager & Technical Consultant / BIM Strategist, Treviso, Italy*

Orges Lesha, *BIM Manager, SA Architects, Sdn Bhd, Kuala Lumpur, Malaysia*

Edmondo Occhipinti, *Bim Manager, Chief Executive Officer, 3-im, Milano, Italy*

Chiara Rizzarda, *Deputy BIM Manager at Antonio Citterio Patricia Viel, Milano, Italy*

Yoseph Bausola Pagliero, *VPL and BIM expert, Roma/Torino, Italy*

Armando Casella, *Bimfactory, Brescia, Italy*

Filippo Daniele, *Setin Roma, Italy*

La valutazione dei contributi pubblicati è avvenuta con la modalità del double blind review, effettuata dal Comitato Editoriale

Papers are published under double blind review mode by Editorial Board evaluation

Editore

Direttore responsabile: Giuseppe Rufo

Progetto grafico: Ottavia Menzio Copyright DEI Tipografia del Genio Civile, numero 1/2017 Direzione, Redazione e Pubblicità tel. 06/4416371 Ufficio Abbonamenti tel. 06/44163767 - 06/4416371 Fax 06/4403307 Periodico semestrale: Abbonamento annuo (2 numeri) 30,00 €: c/cp n. 65047003 intestato a: DEI Srl Tipografia del Genio Civile, via Cavour 179/A 00184 Roma Bonifico bancario: IT 91 0 03127 050110 0000 0019585 Unipol Banca. La Redazione è grata a tutti coloro che vorranno collaborare. I manoscritti, anche se non pubblicati, non si restituiscono. Le opinioni espresse dagli Autori non impegnano la rivista. Eventuali errori o imprecisioni non comportano responsabilità della Casa Editrice e della Direzione che ha posto comunque la massima cura nella revisione dei testi e nella realizzazione dell'opera.

www.dienne.org



Editoriale Editorial

T. Emler, M. Lo Turco

Il Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, all'art. 23 comma 13 (Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi), cosiddetto decreto MIT (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti), testualmente recita: "Le stazioni appaltanti possono richiedere per le nuove opere nonché per interventi di recupero, riqualificazione o varianti, prioritariamente per i lavori complessi, l'uso dei metodi e strumenti elettronici specifici di cui al comma 1, lettera h). Tali strumenti utilizzano piattaforme interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari, al fine di non limitare la concorrenza tra i fornitori di tecnologie e il coinvolgimento di specifiche progettualità tra i progettisti. L'uso dei metodi e strumenti elettronici può essere richiesto soltanto dalle stazioni appaltanti dotate di personale adeguatamente formato (omissis)".

È questo il recepimento della Direttiva Comunitaria 2014/24/UE del Parlamento e del Consiglio Europeo del 26 febbraio 2014.

Dopo circa un anno, nell'attuale 2017, è in via di definizione l'indirizzo legislativo applicativo, diretta emanazione del provvedimento sopra richiamato (prevedibilmente come Decreto del Ministero delle Infrastrutture), e si stanno delineando progressivamente due strumenti che si auspicano efficaci, uno più operativo, di normazione a livello nazionale, e uno più conoscitivo e divulgativo:

- la norma UNI 11337:2017 (pubblicata suddivisa in parti, in via di completamento);
- l'*Handbook for the introduction of Building Information Modeling by the European Public Sector. Strategic action for construction sector performance: driving value, innovation and growth* pubblicato dall'EUBIM Taskgroup.

Il Building Information Modeling (BIM), con le norme e le raccomandazioni sopra citate, è dunque riconosciuto come lo strumento informativo centrale del processo della digitalizzazione del campo delle costruzioni.

Legislative Decree 18 April 2016, n. 50, art. 23 Paragraph 13 (design levels for contracts, works and services), the so-called MIT decree (Ministry of Infrastructure and Transport), literally reads: "The contracting entities may require for new works as well as for recovery, refurbishment or variations, primarily for complex works, the use of specific electronic methods and tools referred to in subparagraph 1(h). These tools make use of interoperable platforms by means of open formats, in order not to restrict competition among technology providers and the use of specific planning tools by designers. The use of electronic methods and instruments can be requested only by the contracting entities with properly trained staff (omissis)".

This is the transposition of the Community Directive 2014/24/EU of the European Parliament and the Council of 26 February 2014.

After about a year, in 2017, the legislative implementing policy is being defined. It is the direct outcome of the measure referred to above (predictably, as a Decree of the Ministry of Infrastructure). Two presumably effective tools are emerging: one is more operational and provides for a national standardization, while the second one is more informative and promotional:

- UNI 11337:2017 (published in several parts, nearing completion);
- *The Handbook for the introduction of Building Information Modeling by the European Public Sector. Strategic action for construction sector performance: driving value, innovation and growth* published by the EUBIM Taskgroup.

The Building Information Modeling (BIM), along with the above-mentioned standards and recommendations, is therefore recognized as the key information tool for digitalization in the construction sector.

Francesco Ruperto, an expert in this field, says: "Both the MIT decree and the BIM Handbook, a document of reference for the European public demand, identify common and increasingly organized methods to enable a public entity to implement BIM processes in its own organization given their significance with

Francesco Ruperto, esperto del settore, afferma: “sia nel decreto MIT che nel BIM Handbook, documento volontario di riferimento per la domanda pubblica comunitaria, è possibile riconoscere modalità comuni e sempre maggiormente organizzate che consentano ad un committente pubblico di implementare processi BIM nella propria organizzazione e che possano condurre a un ritorno di valore i requisiti inseriti nei capitolati a base di gara”¹.

Individuate le modalità comuni dei processi BIM, si devono definire le caratteristiche qualitative degli stessi. La procedura BIM è identica per tutti i settori d'intervento? Perché si stanno diffondendo permutazioni di Information Modeling in diversi ambiti, come l'HBIM (Heritage BIM), il LIM (Landscape Information Modeling), il GeoBIM (Geospatial BIM), il SeismicBIM, ecc.? Possono essere individuate procedure ricorsive virtuose o vi sono sensibili variazioni nel caso per caso?

Il supporto delle forme di rappresentazione agli articolati processi di conoscenza e ideazione si sta oggi esprimendo all'interno di ambienti di elaborazione sempre più integrati e interconnessi, che via via stanno superando nella sostanza il mero formato cartaceo. La rappresentazione discende oggi da un sistema ordinato o ordinabile di elementi che tra loro instaurano relazioni, corrispondenze, dipendenze.

La modellazione digitale di tipo informativo è il contenitore e, al tempo stesso, il contenuto dei dati utili alla conoscenza. Essa sta conformando i propri paradigmi fondativi per in un contesto in continua evoluzione che riguarda tanto il quadro normativo di riferimento in materia di opere e lavori pubblici, quanto quello afferente ai metodi e agli strumenti tecnologici.

Squadre di lavoro sempre più articolate per competenze affrontano oggi, attraverso il costante aggiornamento di standard e procedure, sfide che di volta in volta ampliano l'orizzonte delle possibilità. È importante quindi poter disporre di uno stato dell'arte sempre aggiornato, costruito attraverso le buone pratiche e le esperienze più avanzate, tanto in ambito professionale quanto in quello della ricerca teorica e applicata, e a questo attingere per confronti o repliche personalizzate.

Alla ricerca si affiancano sempre più di frequente alcuni appuntamenti sul BIM, sia nell'ambito nazionale che in quello internazionale, aperte a studiosi, a professionisti, operatori pubblici e privati.. Per citarne solo alcuni, importanti appuntamenti sono stati rappresentati dai seguenti momenti di discussione e dibattito: Workshop 3D Modeling & BIM nel 2016 e 2017, presso la Facoltà di Architettura di Roma, Brainstorming BIM presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Milano nel 2016; BIM e HBIM tra Ricerca e Professione, Federazione degli Ordini Ingegneri dell'Um-

respect to the requirements included in the tender specifications”. *After identifying the common methods of BIM processes, it is necessary to define their qualitative characteristics. Is BIM procedure identical in every intervention area? Why some permutations of Information Modeling are becoming popular, e.g. HBIM (Heritage BIM), LIM (Landscape Information Modeling), GeoBIM (Geospatial BIM), SeismicBIM, etc.? Can we identify virtuous procedures or are there considerable variations from one area to another?*

The support offered by various forms of representation to sophisticated knowledge and ideation processes is gaining popularity within increasingly integrated and interconnected computing environments that are gradually overcoming the mere paper-based format. Representation results from an orderly or orderable system of elements that together establish relations, matches, dependencies.

The digital information modeling is the container and, at the same time, the content of knowledge-promoting data. It is shaping its own founding paradigms for a continuously evolving context that affects both the legislative framework in the field of public works and methods and technological tools.

Today, increasingly large skill-based working teams face, through the constant updating of standards and procedures, several challenges that in turn broaden the horizon of possibilities. It is therefore important to have an up-to-date state-of-the-art, built through good practices and the most advanced experience, both in the professional field and in that of theoretical and applied research. This will be used for comparisons or personalized replications.

The research is complemented by increasingly frequent BIM meetings, both at a national and international level, open to academics, professionals, public and private operators. It is worth mentioning a few of them, such as: Workshop 3D Modeling & BIM in 2016 and 2017 held at the Faculty of Architecture in Rome; Brainstorming BIM, held at the Faculty of Architecture of Politecnico di Milano in 2016; BIM and HBIM between Research and Profession, Federazione degli Ordini degli Ingegneri dell'Umbria, Ordine degli Ingegneri of the Province of Perugia and Terni, at UmbriaFiere in Bastia Umbra; Digital & BIM Italy, 2017, at Fair of Bologna.

BIM integrates and is supplemented by other approaches based on specific IT technologies: GIS (Geographic Information System), web, mobile applications, Database Management Systems (DBMS); computer languages linking together the various parts of the building process become the universe of reference for the magazine Dⁿ. Out of the existing trade publications, this new magazine represents a unique experience at national level. It addresses specific themes through an unprecedented analytical approach. It discusses sophisticated and interoperable processes and presents a varied selection of methods, technologies and instruments clearly defined to “build right and allow people to live”. It aims at becoming a critical reference for a heterogeneous public,

1 Ruperto, F. (2017). BIM e Opere Pubbliche. Il decreto ministeriale di obbligatorietà dei metodi e strumenti di modellazione. In: Empler, T. (a cura di) 3D Modeling & BIM. Progettazione, Design e Proposte per la ricostruzione. Roma: dei - Tipografia del Genio Civile.

1 Ruperto, F. (2017). BIM e Opere Pubbliche. Il decreto ministeriale di obbligatorietà dei metodi e strumenti di modellazione. In: Empler, T. (a cura di) 3D Modeling & BIM. Progettazione, Design e Proposte per la ricostruzione. Roma: dei - Tipografia del Genio Civile.

bria, Ordine Ingegneri della Provincia di Perugia e di Terni, presso UmbriaFiere a Bastia Umbra; Digital & BIM Italia, 2017, presso la Fiera di Bologna.

Il BIM integra ed è integrato da altri approcci declinati all'interno di specifiche tecnologie di tipo informatico: GIS (Geographic Information System), web, applicazioni *mobile*, DBMS (DataBase Management System); tutti i linguaggi informatici che legano le parti del processo edilizio diventano l'universo di riferimento per la rivista Dⁿ, che si propone nel panorama della pubblicistica specializzata come prima esperienza editoriale a livello nazionale per peculiarità dei temi trattati e taglio di approfondimento; essa vuole precludere a processi articolati e interoperabili facendo emergere, come variegata selezione, approcci, tecnologie e strumenti ben definiti per "ben costruire e far vivere".

Obiettivo è la costituzione di un riferimento critico verso un pubblico eterogeneo, composto da operatori e studiosi nel campo delle costruzioni, strumento d'indagine e di raffronto, in cui professionisti, esperti e ricercatori possono confrontarsi, proporre soluzioni o condividere, illustrandolo, il percorso seguito nella definizione dei singoli progetti.

Il primo numero raccoglie i più interessanti contributi che derivano dagli esiti scientifici di parte delle attività formative sopra menzionate, eterogenei per contenuti e per esemplificazioni: dagli approcci di forte connotazione esplorativa in ambito di H-BIM, volti nel verso di una corretta digitalizzazione del patrimonio storico costruito, semanticamente intelligente, e arricchiti di interessanti riflessioni di carattere metodologico, ad alcuni esempi virtuosi di buone pratiche per la realizzazione di importanti interventi edilizi con una tensione speculativa che pone in essere forti innovazioni di processo, fino a giungere alla descrizione di proposte operative e relative applicazioni in ambito gestionale/manutentivo. Questa prima selezione, riguarda di fatto l'obiettivo primo di un approccio metodologico di tipo integrato che deve consistere nella possibilità di preservare, consultare e aggiornare l'apparato Informativo, in accordo con processi operativi di tipo interoperabile e con uno spirito fortemente collaborativo.

composed of researchers and operators in the field of construction; an investigation and comparison tool where professionals, experts and researchers may discuss, propose solutions or share and illustrate the path followed in the definition of individual projects.

The first issue presents a collection of the most interesting scientific contributions arising from the above mentioned training activities. The magazine content is quite diversified. It presents exploratory approaches in the field of H-BIM, aimed at a correct digitization of historical heritage, semantically intelligent, with interesting methodological insights; a number of virtuous examples of good practices for the implementation of major building interventions characterized by marked process innovations, a description of operational proposals and related applications in the managing/maintenance area. These contributions reflect an integrated methodological approach that should allow preserving, looking up and updating the information heritage in accordance with interoperable operational processes and a strongly collaborative spirit.



Modellazione H-BIM e ricostruzione delle trasformazioni del costruito storico

H-BIM modeling and historical reconstruction of architectural heritage

S. Scandurra, M. Pulcrano, C. Tarantino, A. di Luggo
Dipartimento di Architettura, Università di Napoli Federico II

e-mail: simona.sca@tiscali.it; margherita.pulcrano@virgilio.it; cri.tarantino@libero.it; antonella.diluggo@unina.it

□ Abstract

Oggetto del presente contributo è una ricerca svolta su uno dei palazzi più antichi della città di Napoli, Palazzo Penne, un edificio residenziale di epoca quattrocentesca che ha subito nel tempo numerose trasformazioni che ne hanno radicalmente alterato l'assetto originario. In particolare, è stata svolta un'accurata indagine a carattere multidisciplinare ed è stato costruito un modello BIM 3D, mettendo a fuoco le criticità procedurali ed i vantaggi dei sistemi HBIM a partire da rilievi effettuati con tecnologie range based.

□ Key words

H-BIM, Palazzo Penne, rilievo range-based, modellazione semantica

□ 1. Introduzione

E' ormai ampiamente acquisita la consapevolezza dei vantaggi nell'impiego di sistemi BIM per la progettazione del nuovo, estendendosi in modo sempre più significativo il suo utilizzo nella pratica applicativa. Come è ben noto, in ambiente BIM è possibile generare modelli virtuali del costruito sulla base di oggetti intelligenti che interagiscono con l'ambiente di progetto, determinandone la sintassi e consentendo l'interscambio di informazioni in riferimento alle diverse discipline coinvolte nel processo edilizio [1].

Ciascun elemento si configura dunque quale sintagma nella struttura grammaticale dell'architettura, connotandosi attraverso specificità di ruolo, di funzioni e di relazioni, diversamente da quanto accade nella rappresentazione tradizionale dove ogni oggetto viene ad essere designato attraverso linee che, solo nel loro insieme, restituiscono il significato di ciò che rappresentano.

Accanto ad un sempre più ampio utilizzo in campo progettuale, se ne rileva un significativo impiego anche nel campo della conoscenza e della documentazione del costruito sto-

□ Abstract

The object of this essay is a research about one of the most ancient buildings in Naples, Palazzo Penne, a residential fifteenth-century building which underwent a lot of transformations over time who radically altered its original structure. In particular, a careful multidisciplinary survey was carried out and a 3D BIM model was created, thus focusing on problems and advantages of HBIM systems starting from surveys with range-based technologies.

□ Key words

H-BIM, Palazzo Penne, range-based survey, semantic modelling

□ 1.Introduction

Nowadays there is a widespread awareness of the advantages of BIM models for the design of new buildings and their use is more and more significant in application practice. As it is well-known, in BIM environment virtual models of historical buildings can be generated on the basis of intelligent objects interacting with the project environment, leading to their syntax and allowing the exchange of information with reference to the different disciplines involved in the building process [1].

Each element is therefore a syntagm in the grammatical structure of architecture, with specific roles, functions and relations, unlike the traditional representation where each object is designated through lines which only taken together give the meaning of what they are.

They are not only increasingly used for projects, but significantly also for the knowledge and the documentation of the historical built environment (H-BIM) together with TLS (Terrestrial Laser Scanner) survey systems or digital photogrammetry [2].

Starting from point clouds as a result of survey, in fact, BIM modelling allows an overall description of buildings, showing their metric and material features, documenting their transformations and giving birth to a 3D database which can be continuously implemented.

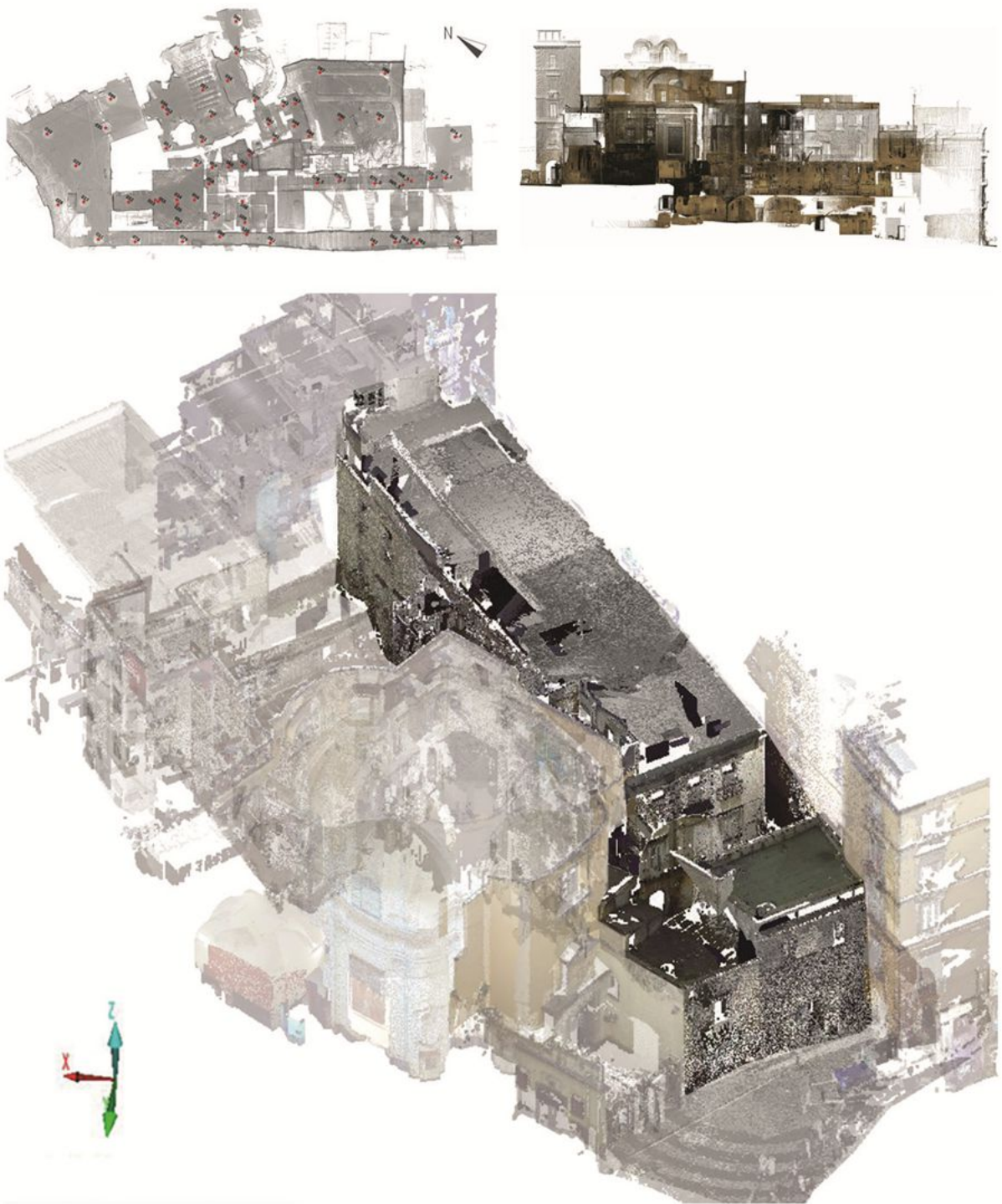


Fig. 1_ Palazzo Penne, nuvola con punti di scansione in pianta, sezione e 3D. Foto: prospetto quattrocentesco, cortile, fronte sul giardino interno

Img. 1_ Palazzo Penne, point of cloud in plan, section and 3D views. Photo: fifteenth century facade, courtyard, front on the inner garden

rico (H-BIM) in associazione a sistemi di rilievo TLS (Terrestrial Laser Scanner) o alla fotogrammetria digitale [2].

A partire dalle nuvole di punti quale esito del rilievo, attraverso la modellazione BIM è possibile, infatti, predisporre una descrizione complessiva del costruito, restituendone le determinazioni metriche e materiche, documentandone le trasformazioni e dando luogo ad una base di dati 3D continuamente implementabile.

Oggetto del presente contributo è la ricerca su uno dei palazzi più antichi della città di Napoli, Palazzo Penne, un edificio residenziale di epoca quattrocentesca, situato originariamente ai margini estremi della città edificata, in una posizione privilegiata che, a quei tempi, consentiva di poter godere della bellezza del paesaggio e del golfo. Il palazzo costituisce un raro esempio di architettura civile proprio del periodo durazzesco ed una significativa testimonianza - nelle parti superstiti - del primo rinascimento a Napoli. Il nome deriva da colui che ne volle la costruzione, Antonio da Penne, personaggio storico di origine abruzzese, rappresentante della colta borghesia forense, venuto a Napoli al seguito di re Ladislao d'Angiò Durazzo, quale suo segretario e consigliere particolare. Il palazzo, attualmente situato nel pieno del centro storico, è stato oggetto di un ampio lavoro di analisi e di ricerca documentaria, nonché di rilievo metrico e di modellazione tridimensionale [3] utile per comprenderne l'articolata struttura e la conformazione, ricostruendone la memoria attraverso il ridisegno delle configurazioni assunte nel corso dei secoli.

□ 2. Stato dell'arte

Gli aspetti teorici e metodologici alla base delle operazioni di rilievo promuovono l'utilizzo di più tecniche al fine di ottenere una conoscenza approfondita di un manufatto in vista di ogni intervento di manutenzione o di riqualificazione.

Considerando il supporto che lo sviluppo tecnologico attualmente fornisce alle operazioni di rilievo, accanto alle tecniche tradizionali, si affiancano oggi strumenti di rilievo a sensori ottici capaci di fornire, con relativa immediatezza, dati metrici tridimensionali del manufatto indagato.

Come è ben noto, l'esito di tali rilievi è una nuvola costituita da milioni di punti individuati nello spazio 3D attraverso precise coordinate a cui è possibile associare informazioni colorimetriche; si tratta di un modello numerico discreto acquisito dallo strumento, capace di riprodurre con un certo grado di accuratezza un calco virtuale dell'oggetto rilevato [4]. Dalle nuvole è possibile produrre ortofoto per redigere elaborati grafici bidimensionali e procedere successivamente ad una modellazione di tipo vettoriale per una opportuna comprensione dell'articolazione spaziale del manufatto. La conseguente rappresentazione si basa su entità geometriche astratte e su una scomposizione geometrica delle forme che

The subject of this essay is the research about one of the most ancient buildings in Naples, Palazzo Penne, a residential fifteenth-century palace, originally located in the outer fringe of the urban agglomeration, in a privileged position allowing, at that time, to enjoy the beauty of the landscape and the gulf. This building is a rare example of civil architecture typical of Durazzo period and a significant testimony – in its surviving parts – of the first Renaissance in Naples. Its name is derived from the man who wanted its construction, Antonio da Penne, a historical personage from Abruzzo, a representative of the cultured forensic bourgeoisie who came to Naples following king Ladislao d'Angiò Durazzo, as his secretary and personal counsellor. At present located in the historical town, the building was the subject of a wide analysis and documentary research, as well as of metric survey and three-dimensional modelling [3] useful to understand its articulated structure, reconstructing its memory through the design of its forms over the centuries

□ 2.State of art

Theoretical and methodological aspects of survey operations promote the use of different techniques to reach a deep knowledge of an artefact before any maintenance or renovation.

Considering that at present survey operations are supported by the technological development, beside traditional techniques, there are new survey instruments with optical sensors which quite immediately can give three-dimensional metric data of the investigated artefact.

As it is well-known, the result of this survey is a cloud formed by millions of points detected in 3D space through accurate coordinates who can be associated with colorimetric information; this is a numeric discrete model acquired by the instrument, able to reproduce quite accurately a virtual cast of the investigated object [4]. Thanks to these clouds it is possible to produce orthophotos to draw elaborate bi-dimensional diagrams and then create a model for a proper understanding of the spatial arrangement of the artefact. The resulting representation is based on conceptual geometrical elements and on a geometrical breakdown of forms completely unaware of what it is and of the relations between the parts [5].

Despite the huge quantity of data, the 3D model is a geometric model without intelligence, which derives from an uncritical selection of scanned data during the production of orthophotos, in the passage from the point entity of a cloud to the line entity of a drawing.

On the contrary, in a parametric modelling, parameters are directly representative of architectural corresponding elements and are characterized by features, rules managing their typological variations and their specific relations. This kind of 3D models is typical of BIM systems showing buildings through the architecture of their parts, these latter being defined according to the features of respective real counterparts and to the specific relations between them.

Modeling) [6] e dà luogo ad una rappresentazione caratterizzata da un alto potenziale informativo, ove è possibile associare al modello dati descrittivi di diversa natura.

Va però segnalato che la sua elaborazione non risulta del tutto fluida, comportando alcune difficoltà riconducibili ai limiti imposti da software che nascono per la progettazione del nuovo e che non appaiono sufficientemente flessibili ed adattabili alle specificità del costruito storico caratterizzato dalla continuità del sistema piuttosto che sulla aggregazione di componenti standardizzate.

Basti pensare alla rappresentazione dei sistemi voltati ed alla variabilità delle superfici che le connotano per comprendere la distanza che intercorre tra la rappresentazione di elementi tecnologici parametrizzabili che interagiscono in un sistema edilizio e la rappresentazione di singolarità che conformano le architetture del passato. Studi recenti [7] [8] [9] sulla modellazione HBIM del patrimonio architettonico offrono un quadro degli ambiti di applicazione e delle relative sperimentazioni e applicazioni.

Sappiamo bene che l'acquisizione dei dati in una nuvola di per sé non costituisce conoscenza in quanto il processo consente semplicemente di immagazzinare nella memoria informatica un numero altissimo di informazioni la cui comprensione necessita di una interpretazione e di una selezione critica. Attualmente il processo avviene attraverso la registrazione delle scansioni in un'unica nuvola e attraverso la creazione di mesh colorate: a partire da ciò, attraverso procedure diverse, viene effettuata una lettura del costruito analogamente a quanto accade nel rilievo diretto ove il rilevatore opera una selezione dei dati riconoscendo, in base alle finalità del rilievo, i punti significativi per la traduzione in termini bidimensionali e dunque comprensibili secondo le logiche del nostro modo di ragionare.

Nei sistemi BIM, il passaggio dalla nuvola di punti alla rappresentazione comporta la traduzione dal modello discreto 3D costituito da punti ontologicamente indifferenziati ad un modello semantico 3D [10] richiedendo il sistema una modifica culturale del modo di approcciare al rilievo del costruito, predisponendo letture sistematiche riconducibili alle parti ed agli elementi che lo compongono, in riferimento alla tettonica e ad alla struttura formale del sistema architettonico.

□ 3. Soluzione proposta

Nell'ottica di considerare il rilievo in una filiera operativa che parta con un'acquisizione dati tridimensionale e giunga ad una ri-presentazione degli stessi in un ambiente 3D, si intende proporre, attraverso la ricostruzione digitale di Palazzo Penne, il passaggio da una nuvola di punti al modello H-BIM, in uno spazio di lavoro che mantenga costantemente l'informazione della terza dimensione, aggiungendovi ulteriori dimensioni legate alla gestione ed alla manutenzione

store a very high number of information whose understanding needs an interpretation and a critical selection. At present, this process occurs by recording scans in a single cloud and by creating coloured meshes: therefore, through different procedures, a reading of buildings is carried out as in the direct survey where, in view of the survey purposes, data are selected to obtain the most significant points for the translation into two-dimensional terms and which therefore can be understood by our way of reasoning. In BIM systems, the passage from a point cloud to representation involves the translation from the 3D discrete model, formed by ontologically undifferentiated points, into a 3D semantic model [10], [11]. This system needs a cultural modification in the way of surveying buildings, through systematic readings of its parts and elements, with reference to the formal structure of a building.

□ 3. Proposed solution

In order to consider a survey as a part of a chain starting with a three-dimensional data capture up to a new presentation of data in a 3D environment, the digital reconstruction of Palazzo Penne is aimed at proposing the passage from a point cloud to a H-BIM model, in a workspace which steadily keeps the information of the third dimension, adding other dimensions linked to the management and the maintenance of an artefact over time.

The starting point of a survey using optical sensors is a three-dimensional digital representation: the point cloud. Generally this product is processed, redesigned and transformed into a series of ortho-photos generating the traditional two-dimensional representations describing a work. Most of the time, these latter become the support for the creation of a 3D model of a building, a useful element to immediately transmit the physical substance of the investigated object.

The above-mentioned process passes from a three-dimensional representation to another one, through a phase of two-dimensional reduction of the work. This study was aimed at investigating the possibility of obtaining a three-dimensional information model of an artefact, directly starting from a point cloud, by changing the two-dimensional graphic representations from input to output.

At present, the subject of this essay, Palazzo Penne, is in a state of neglect and marked degeneration and its structure is altered in comparison with the original one, because of the many transformations over the centuries. Its survey and its subsequent modelling were aimed at documenting its state of conservation, by recreating its spatial arrangement and the memory of its different structures over time.

Therefore, a laser scanner survey was carried out by a Faro Focus 3Dx130 scanner equipped with an internal camera for the association of the colorimetric data. The survey campaign required 104 scans by setting up the instrument to a resolution of a point every 6 mm to a distance of 10 m.

These scans have been cleaned and processed with the Faro Scene software, the cloud has been then segmented into twelve sets of scans according to the scanner location during the survey and to

del manufatto nel tempo.

Il punto di partenza di un rilievo che sfrutta la tecnologia dei sensori ottici è una rappresentazione digitale tridimensionale: la nuvola di punti. Generalmente tale prodotto viene processato, rielaborato e ridotto ad una serie di ortofoto, attraverso le quali vengono prodotte le tradizionali rappresentazioni bidimensionali descrittive dell'opera. Queste ultime, il più delle volte, diventano il supporto per

the spatial arrangement of the artefact. Scans have been converted into Recap Autodesk for the subsequent modelling in Revit 2017, because this software allows to manage .rcp files of the point clouds as an external link, without obstructing browsing inside the workspace. It is also possible to turn off or switch on the individual groups to display the portions of clouds useful to model the individual parts. These operations have been directly fulfilled on the cloud, focusing the objects delimited by points, without using

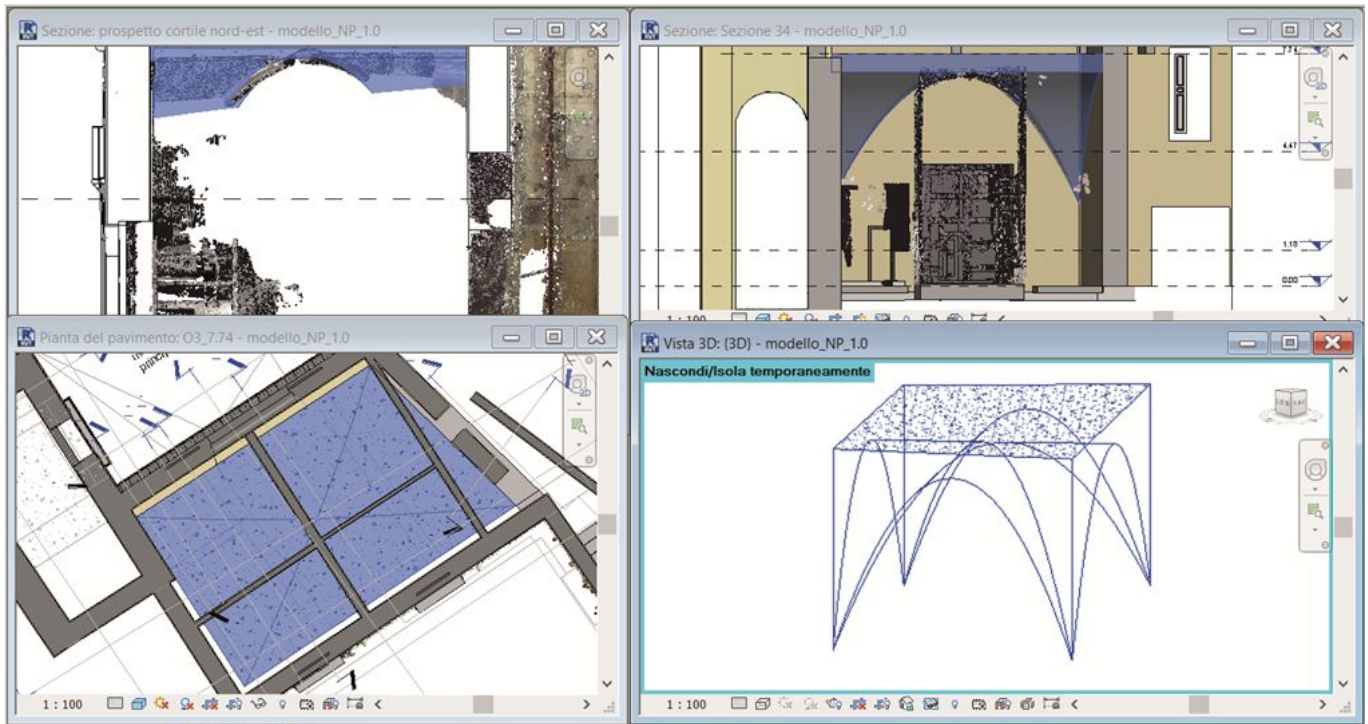


Fig. 3_ Modellazione della volta dell'androne: viste di sezione, pianta, 3D

Img .3_ Vault modeling: section, plant, 3D views

la costruzione di un modello 3D dell'edificio, utile ad una trasmissione più immediata della consistenza fisica dell'oggetto rilevato. Il percorso così descritto passa da una rappresentazione tridimensionale ad un'altra, attraversando una fase di riduzione bidimensionale dell'opera. Col presente lavoro si è indagata la possibilità di ottenere un modello tridimensionale informativo di un manufatto, partendo direttamente dalla nuvola di punti, trasformando le rappresentazioni grafiche bidimensionali da input ad output.

Il tema di studio, Palazzo Penne, attualmente versa in stato di abbandono e di forte degrado e il suo aspetto risulta notevolmente alterato rispetto a quello originario, in considerazione delle numerose trasformazioni operate nel corso dei secoli. Attraverso il rilievo e la successiva modellazione si è inteso documentarne lo stato di conservazione, ricostruendone l'articolazione spaziale e la memoria delle diverse configurazioni assunte nel tempo.

Ai fini del rilievo è stato effettuato un rilievo laser scanner utilizzando uno scanner Faro Focus 3D s120 dotato di una fotocamera interna per l'associazione dei dati colorimetrici. Durante la campagna di rilievo sono state effettuate 104

the mesh, since there isn't still a laser scanner survey enabling the automatic detection of elements.

A continuous control of the digital reconstruction has allowed a thorough examination of the restitution in the virtual space on multiple views. In the passage from the point cloud to modelling, the BIM system has suitably enabled to manage the procedure thanks to the possibility to import the cloud in the workspace and to examine some of its specific parts. On the elevation views have been fixed the plans to be taken into account to locate the system elements, the levels on which the software automatically generated plan views have been defined, with the possibility to make variations at any time of the process and to modify the height of the cutting plan able to generate the corresponding structure. In accordance with technical components used by Revit for 3D modelling, the artefact has been divided into functional and technological macro-categories, delineating the construction technologies and the different forms of each category and finding functional and formal features of its kind, which in turn is broken up according to each element.

Modelling has been carried out similarly to the real construction of the building in the physical space, recognizing the relations

scansioni impostando lo strumento ad una risoluzione di un punto ogni 6mm a distanza di 10m.

Le scansioni sono state ripulite e processate con il software Faro Scene, operando successivamente una segmentazione della nuvola in dodici set di scansioni sulla base della localizzazione dei punti di stazione dello scanner in fase di rilievo e della organizzazione spaziale del manufatto. Le scansioni sono state convertite in Recap Autodesk per la successiva modellazione in Revit 2017, in quanto il software consente di gestire i file .rcp delle nuvole di punti come collegamento esterno, senza appesantire la navigazione all'interno del workspace, con la possibilità di spegnere o accendere i singoli gruppi per visualizzare le porzioni di nuvole utili alla modellazione delle singole parti. Si è operato direttamente sulla nuvola nello spazio BIM, attribuendo significato agli oggetti perimetrati dai punti, senza ricorrere alla mesh, dal momento che non esiste ancora una modalità di rilievo laser scanner che consenta il riconoscimento automatico degli elementi.

E' stato possibile verificare puntualmente la restituzione nello spazio virtuale su più viste, con un controllo costante della ricostruzione digitale. Nel passaggio dalla nuvola di punti alla modellazione, il sistema BIM ha consentito di governare opportunamente la procedura grazie alla possibilità

of each element with the corresponding parts and retracing the building process of the artefact in reality.

After having imported the point cloud in the workspace, walls and floors have been directly modelled in the empty spaces delimited by the surfaces intercepted by the scanner, and from time to time their thickness, extension, and evolution have been recognized.

The use of 3D elements in a dynamical working space with the support of a point cloud allowed a steady control of a model in comparison with reality. In fact, for example, not only it was possible to locate a wall to a certain level but also to do a confrontation with the cloud at higher and lower levels, by using the management window of the view depth and the reference plans; in the same way, the wall has been easily examined for its entire length and any change of its parameters has been documented with specific types. Therefore, the view range function allowed a precise control of the structure of the scanned space and of the correct data restitution by displaying a part of the cloud defined by two levels located upstream and downstream of the cutting surface.

As for the horizontal surface references, in a plan view a similar procedure defined the signs of the plans useful to create sections and front views. Also for these latter it was possible to define an offset from the reference plan, so as to exclude everything that is beyond a certain depth from the section view.

In parallel with the construction of the building volume, in the

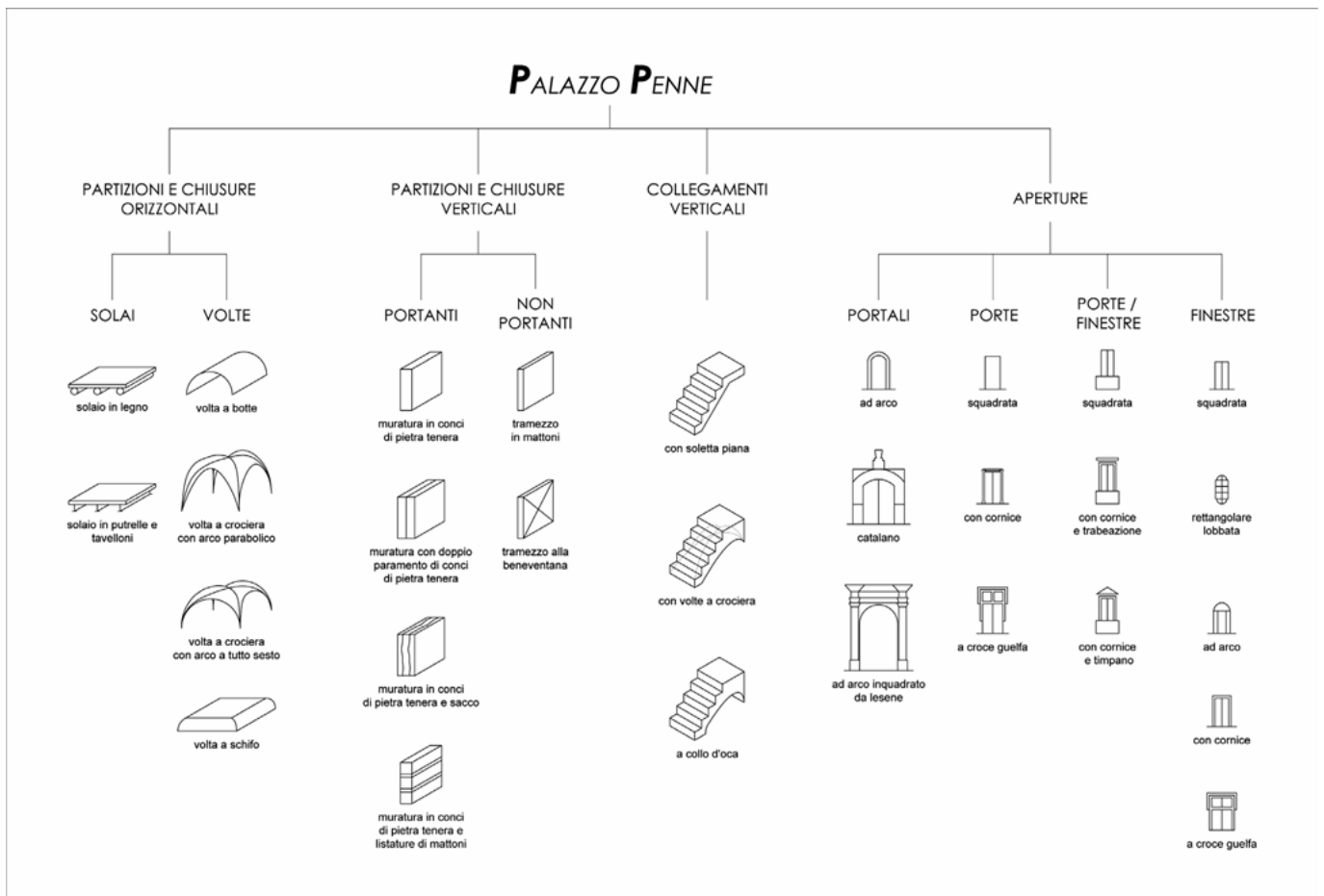


Fig. 4_ Abaco degli elementi

Img. 4_ Abacus of elements

di importare la nuvola nel workspace e di poterne esaminare porzioni specifiche. Nelle rappresentazioni in alzato sono state individuate le tracce dei piani rispetto ai quali gestire il posizionamento degli elementi del sistema, definendo i livelli secondo cui il software ha generato in automatico le viste in pianta, con la possibilità di introdurre variazioni in qualsiasi momento del processo, modificando la quota del piano di taglio capace di generare la pianta corrispondente. Coerentemente con i componenti tecnici di cui si serve Revit per la modellazione 3D, il manufatto è stato articolato in macro-categorie funzionali e tecnologiche, declinando per ogni categoria le tecnologie costruttive e le diverse conformazioni geometriche e individuando le connotazioni dal punto di vista funzionale e formale che ne caratterizzano la famiglia, a sua volta scomposto in base alle specificità di ciascun elemento. Per fare ciò, la modellazione è stata effettuata operando in modo analogo alla reale costruzione dell'edificio nello spazio fisico, riconoscendo per ogni elemento le relazioni con le parti corrispondenti e implicitamente ripercorrendo l'iter costruttivo del manufatto nel reale.

Avendo importato la nuvola di punti all'interno del workspace, i muri e i solai sono stati modellati direttamente nei vuoti definiti dalle superfici intercettate dallo scanner, riconoscendone di volta in volta lo spessore, l'estensione, l'andamento.

Lavorare con elementi dotati di terza dimensione in uno spazio di lavoro dinamico e con il supporto della nuvola di punti, ha permesso un controllo costante del modello rispetto alla realtà. Infatti, a titolo di esempio, insieme al posizionamento di un muro ad un certo livello, è stato possibile un contestuale confronto con la nuvola ai livelli inferiori e superiori, servendosi della finestra di gestione della profondità della vista e dei piani di riferimento; allo stesso modo il muro è stato agevolmente verificato lungo tutto il suo percorso, documentandone con appositi tipi eventuali variazioni dei parametri. Con la funzione view range, pertanto, è stato possibile effettuare un controllo puntuale della conformazione dello spazio scansito e della corretta restituzione in pianta, grazie alla visualizzazione di una porzione di nuvola definita da due piani posizionati a monte e a valle di quello di taglio. Come per i riferimenti di piano orizzontali, con un analogo procedimento sono state definite, in una vista di pianta, le tracce dei piani attraverso cui generare le viste di sezione e di prospetto. Anche per queste è stato possibile definire un offset dal piano di riferimento, in modo da escludere dalla vista di sezione tutto ciò che risultava oltre una certa profondità.

Parallelamente alla costruzione della volumetria dell'edificio, nel workspace, sono state modellate le famiglie, individuando tre categorie principali (porte, finestre e profili modanati), declinate rispetto ai parametri che ne hanno definito i diversi tipi. Ogni famiglia è stata generata da una nidificazione di più famiglie derivanti da una scomposizione

workspace families have been modelled in three special categories, delineated according to parameters defining their different kinds. Every family has been generated by a nesting of more families deriving from a breakdown in components. The Pointsense plug-in by Faro has supported these modelling phases. Among the different options added to Revit, it allowed to import a portion of cloud inside the workspace of the families, so as to use it as a direct reference during modelling, with a particularly evident advantage in the case of moulded profiles.

As regards abacuses, it was decided to create an abacus of the windows divided by family and type, so as to obtain a count of isolated or repeated solutions inside the artefact. The abacus rows are continuously linked to graphic elements: in fact, once selected a row, its corresponding element can be immediately showed in the model, associating alpha-numeric data with the immediate display of the element position in the whole. The abacus fields allowed to highlight or to add properties of the object: dimensions, identification codes, descriptions, materials, position according to reference plans, quantities.

In brief, it is not possible to describe in detail processes leading to the representation of the material degradation, whereas the operational choices about the main front of Palazzo Penne deserve a more detailed analysis. In particular, the fifteenth-century façade is one of the few elements remained unchanged over time with an ashlar work partly marked by the Angevin fleur-de-lys and by the coat of arms of the Penne family, partly defined by plain trachite and tuff ashlar placed in an alternated way so as to give a coloured design to the whole. The centre of the façade includes the Durazzesco portal with a segmental arch, manufactured with rose marble slabs.

As regards ashlar, a double continuous facade was used, because in Revit the continuous facade is a sort of non-load-bearing wall defined by a grid and some panels. The first continuous façade was located on the surface of the front wall, properly moulded next to the entrance gate. On it a grid was arranged horizontally relative to the ashlar rows. Each of these bands has been subsequently particularized with a second continuous façade to define the vertical grid among the individual ashlar. The individual ashlar has been modelled in a new continuous façade panel family, by obtaining its form through extrusions and subtractions based on profiles. It has then been delineated in more types as regards its specific material and the coat of arms, located as a simple extruded form. Finally, the panels composing the grid have been replaced by the modelled ashlar.

□ 4. Results

Re-processing a point cloud directly in BIM environment allowed a return of captured data no longer confined to few selected orthogonal plans: the artefact has been directly redesigned in its volumetric consistency, and the survey phase was extended from the physical place of the building to the digital environment. Working in the same space and at the same time of the representation

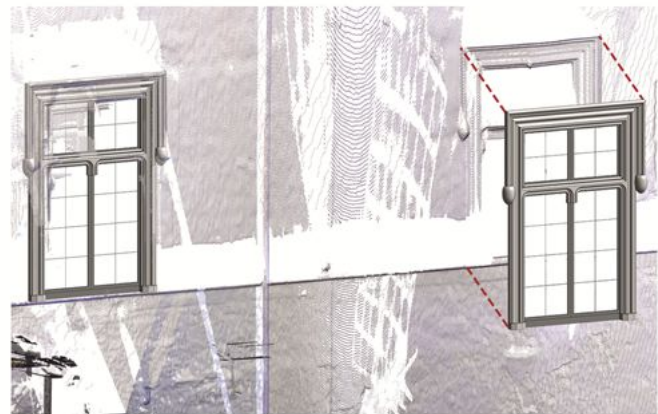
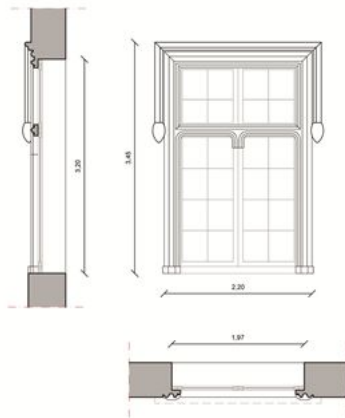
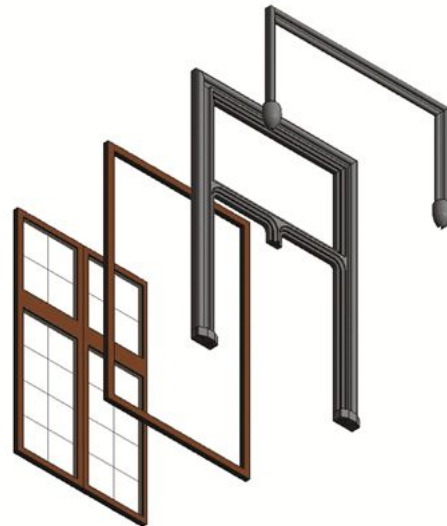
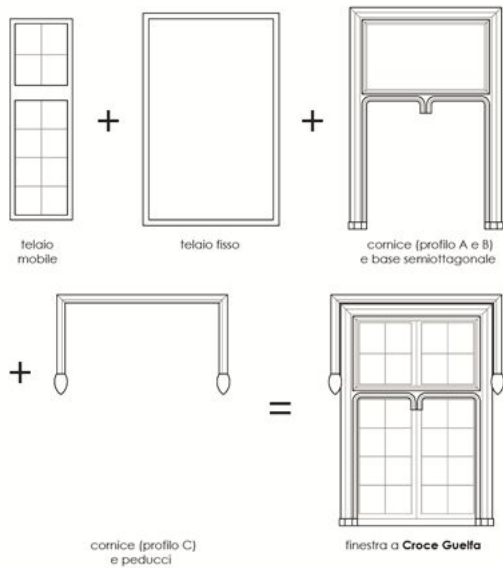


Fig. 5_ Finestra a croce guelfa: scomposizione in elementi, modellazione in una famiglia nidificata parametrizzata e corrispondenza ai punti della nuvola

Img. 5_ "Croce Guelfa" window: disassemble into elements, modeling as a nested and parameterized family; correspondence between models and points of cloud

in componenti. A supporto di queste fasi della modellazione è stato utilizzato il plugin Pointsense della Faro che, tra le varie opzioni aggiunte al software Revit, ha consentito di importare una porzione di nuvola all'interno dello spazio di lavoro delle famiglie, così da utilizzarla come riferimento diretto durante la modellazione, con un vantaggio particolarmente evidente nel caso dei profili modanati.

Per quanto riguarda gli abachi, si è scelto di elaborare un abaco delle finestre distinte per famiglia e per tipo, così da ottenere un conteggio delle soluzioni singolari o ripetute all'interno dell'opera. Le righe dell'abaco sono costantemente collegate agli elementi grafici: una volta selezionata la riga, infatti, l'elemento corrispondente può essere immediatamente mostrato nel modello, associando all'informazione alfa-numerica anche l'immediata visualizzazione del posizionamento dell'elemento nell'insieme. I campi dell'abaco hanno consentito di evidenziare o aggiungere proprietà dell'oggetto: dimensioni, codici identificativi, descrizioni, materiali, loca-

enabled a wider critical reading and a continuous and dynamic control of the investigated space in spite of the limits of H-BIM systems in representing complex and irregular forms of historical buildings.

At the same time, since BIM is able to identify in a model precise categories of objects, seen as semantic families, it was possible to create abacuses of components typical of the artefact, and to arrange tables of specific parameters, with the possibility of thematic readings useful for classifications and hypothetical reconstructions of the building.

Therefore, the H-BIM model ensured the full control of captured data in the passage from the point cloud to its three-dimensional representation. This also allowed to link each element to different information, that can be both constructive, when deriving from multi-disciplinary investigations, and historical and descriptive when generated by archive researches.

The results of the analysis performed by the Interdepartmental Centre UrbanEco together with the Department of Architecture



Fig. 6 Informazioni associate al modello BIM: prospetto interno al cortile con mappatura del degrado e resa grafica a diverse scale di rappresentazione

Img .6_ TInformation added to the BIM model: mapping of surface integrity at different scales of representation

lizzazione secondo i piani di riferimento, quantità.

Per brevità di trattazione non è possibile descrivere nel dettaglio i processi che hanno portato alla rappresentazione del degrado materico, mentre meritano un approfondimento le scelte operative che hanno riguardato il prospetto principale di Palazzo Penne. In particolare, la facciata quattrocentesca è uno dei pochi elementi rimasti inalterati nel tempo e presenta un bugnato in parte contrassegnato dal giglio angioino e dallo stemma della famiglia Penne e in parte definito da bugne lisce, in trachite, tufo e in piperno disposte in modo alternato in modo da caratterizzare cromaticamente l'insieme. Al centro della facciata è collocato il portale in stile durazzesco a sesto ribassato, realizzato con lastre di marmo rosato.

Per quanto riguarda le bugne si è scelto di utilizzare una doppia facciata continua, considerando che in Revit la facciata continua è una sorta di muro non portante definito da una griglia e da pannelli. La prima facciata continua è stata posizionata sulla superficie del muro di prospetto, opportunamente sagomata in corrispondenza del portone di accesso. Su questa è stata impostata la griglia orizzontale rispetto al passo dei filari di bugne. Ognuna di queste fasce è stata successivamente particolareggiata con una seconda facciata continua che è servita a definire la griglia verticale tra le singole bugne. In una nuova famiglia pannello di facciata

and the Department of Structural Engineering of University Federico II proved to be useful. The endoscopic analysis and the tests on walls produced data about stratigraphy, consequently associating them with modelled components.

Also the Historical Archive of Naples provided fundamental documentation for specific readings and hypothesis of reconstruction useful for H-BIM representation of the transformation phases of the building. This was possible thanks to a specific function of the software enabling to show the building evolution by saving the different configurations in the same project. Once these phases have been set, each of them produced plans, sections, three-dimensional views, giving the possibility to display additions, modifications, and demolitions over time, even through the comparison with the following phases.

5. Conclusions

Although it underlines some critical factors of H-BIM modelling, this research was the occasion to test it on a particularly complex and rich in stratifications artefact such as Palazzo Penne, with the result of arranging a very interesting metric, materic, and descriptive database.

Modelling required the use of different software functions, although, in some cases, specific solutions have been necessary to circumvent the difficulties the system showed in some particular elements. In this respect, it must be said that translating the



Fig. 7 Informazioni associate al modello BIM: prospetto principale con abaco delle bugne

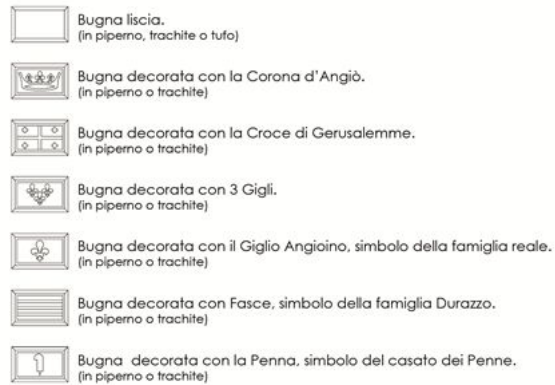
continua è stata modellata la singola bugna, ottenendone la forma per estrusioni e sottrazioni basate su profili. È poi stata declinata in più tipi rispetto al materiale specifico e allo stemma, indicativamente posizionato come semplice forma estrusa. Infine, i pannelli che componevano la griglia, sono stati sostituiti con le bugne modellate.

4. Risultati conseguiti

La rielaborazione della nuvola di punti direttamente in ambiente BIM ha consentito una restituzione dei dati acquisiti non più limitata a pochi prescelti ortopiani: l'opera è stata ridisegnata direttamente nella sua consistenza volumetrica, estendendo la fase di rilievo dal luogo fisico del manufatto all'ambiente digitale. Operare nello stesso spazio della rappresentazione e simultaneamente ad essa, ha consentito un più ampio margine di lettura critica e un controllo costante e dinamico dello spazio rilevato nonostante gli attuali limiti dei sistemi H-BIM per la rappresentazione delle forme complesse ed irregolari del costruito storico.

Al contempo le potenzialità del BIM di individuare nel modello precise categorie di oggetti, intese come famiglie semantiche, ha permesso di ricavare abachi di elementi costitutivi che caratterizzano l'opera, predisponendo tabelle di specifici parametri, con la possibilità di operare letture tematiche utili a classificazioni e ipotesi ricostruttive del bene. Il modello H-BIM ha pertanto garantito il pieno controllo del dato rilevato nel passaggio dalla nuvola di punti alla sua rappresentazione tridimensionale, consentendo inoltre

<Abaco di pannelli>				
A	B	C	D	E
Famiglia	Tipo - Materiale	Conteggio	Descrizione	Fonte dati
bugna semplice	piperno	77	Bugna liscia.	
bugna semplice	trachite	46	Bugna liscia.	
bugna semplice	tufo	22	Bugna liscia.	
bugna_corona	piperno	10	Bugna decorata con la Corona d'Angiò.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_corona	trachite	10	Bugna decorata con la Corona d'Angiò.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_croce	piperno	3	Bugna decorata con la Croce di Gerusalemme.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_croce	trachite	4	Bugna decorata con la Croce di Gerusalemme.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_gigli 3	piperno	3	Bugna decorata con il Giglio Angioino, simbolo della famiglia reale.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_gigli 3	trachite	3	Bugna decorata con il Giglio Angioino, simbolo della famiglia reale.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_giglio	piperno	79	Bugna decorata con il Giglio Angioino, simbolo della famiglia reale.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_giglio	trachite	59	Bugna decorata con il Giglio Angioino, simbolo della famiglia reale.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_linee	piperno	4	Bugna decorata con Fasce, simbolo della famiglia Durazzo.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_linee	trachite	3	Bugna decorata con Fasce, simbolo della famiglia Durazzo.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_penna	piperno	17	Bugna decorata con la Penna, simbolo del casato dei Penne.	Palazzo Penne e l'edilizia re
bugna_penna	trachite	15	Bugna decorata con la Penna, simbolo del casato dei Penne.	Palazzo Penne e l'edilizia re



Img .7_ Information added to the BIM model: main facade and abacus of ashlar

complexity of historical buildings in a three-dimensional digital model raises important questions about the procedures to be used. As regards survey, in fact, when an operator tries to create a co-operation between point clouds and digital modelling space, he must face a problem: how to use the available elements, produced by algorithms, to represent objects whose irregularity cannot be translated by a mathematical equation. The problem is that parametric modelling for elements shows a congenital rigidity contrasting with the variability and the features of historical buildings, since still today software systems are not suitable to model irregularities of structures of the past. Therefore, the challenge is to solve this problem with systems able to suitably document architectural heritage in its multiple forms for its reconstruction and for a proper protection and safeguard.

di associare a ciascun elemento informazioni diverse, sia di tipo costruttivo derivanti da indagini multidisciplinari, sia di tipo storico e descrittivo desunte dalle ricerche di archivio. Per il caso studio ci si è avvalsi dei dati forniti dalle analisi condotte dal Centro Interdipartimentale UrbanEco in collaborazione con il Dipartimento di Architettura e il Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università Federico II. Attraverso i risultati delle prove endoscopiche e dei saggi effettuati sulle murature è stato possibile acquisire dati sulla stratigrafia, associandoli conseguentemente alle componenti modellate.

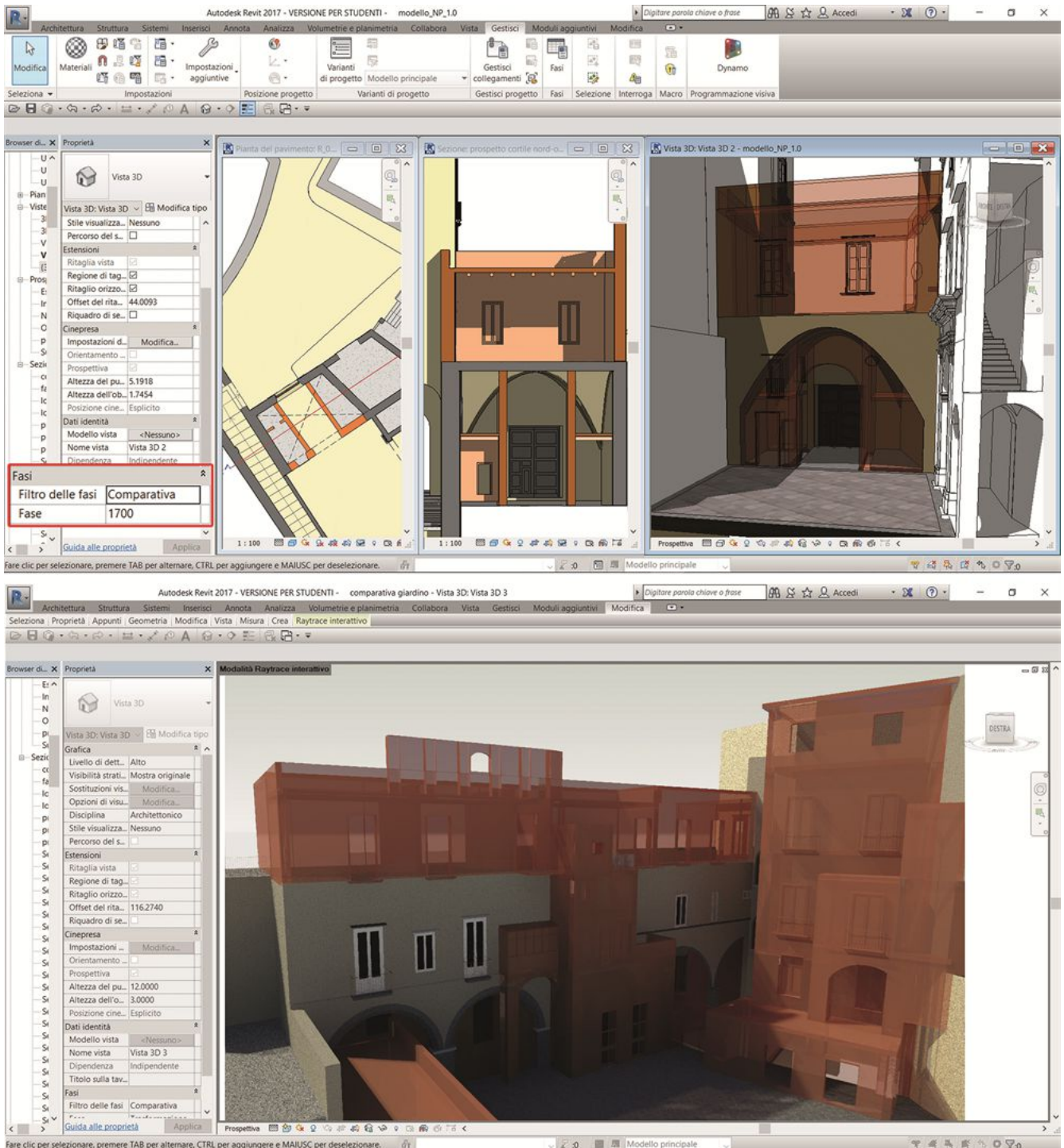


Fig. 8 Corpo d'ingresso e facciata sul giardino: vista comparativa delle trasformazioni avvenute nel tempo

Img. 8_ Entrance building and facade on garden: comparative view of transformations over the years

Anche la documentazione d'archivio reperita presso l'Archivio Storico di Napoli è risultata di fondamentale importanza per operare specifiche letture ed ipotesi ricostruttive utili per la rappresentazione H-BIM delle fasi di trasformazione del palazzo. Ciò è stato possibile attraverso una specifica funzionalità del software che ha consentito di rappresentare l'evoluzione dell'edificio attraverso il salvataggio delle diverse configurazioni nello stesso progetto. Impostandone le relative fasi, è stato possibile ottenere, per ciascuna, piante, sezioni, prospetti e viste tridimensionali, con la possibilità di visualizzare le aggiunte, le modifiche e le demolizioni realizzate nel tempo, anche attraverso il confronto con fasi successive.

□ 5. Conclusioni

La ricerca svolta, pur mettendo in luce alcune criticità della modellazione H-BIM è stata l'occasione per sperimentarne l'applicazione su di un manufatto particolarmente complesso e ricco di stratificazioni quale è Palazzo Penne, configurando un archivio di dati metrici, materici e descrittivi di grande interesse e spessore informativo.

Ai fini della modellazione, sono state sfruttate le diverse funzionalità del software, talvolta astraendosi dal nome del comando specifico, soprattutto in riferimento ad alcuni elementi singolari.

A tal proposito, va detto che la traduzione della complessità del costruito storico in un modello tridimensionale digitale pone importanti interrogativi sulle procedure da adottare. Nel campo del rilievo, infatti, la volontà di far collaborare direttamente le nuvole di punti con lo spazio della modellazione digitale mette l'operatore di fronte ad un problema: come utilizzare gli elementi a disposizione, che sono il prodotto di algoritmi, per rendere oggetti la cui irregolarità non è traducibile con un'equazione matematica. La difficoltà risiede nella rigidità congenita della modellazione parametrica per elementi che contrasta con la variabilità e le specificità del costruito storico, in quanto ad oggi i software non si prestano agevolmente alla modellazione delle irregolarità delle architetture del passato. La sfida pertanto è quella di affrontare tale complessità con sistemi che siano in grado di documentare opportunamente il patrimonio architettonico storico nelle sue molteplici declinazioni ai fini della conoscenza e di una opportuna tutela e conservazione.

□ Bibliografia / References

[1] GARAGNANI, S., CINTI LUCIANI, S., (2011), Il modello parametrico in architettura: la tecnologia B.I.M. di Autodesk Revit, *Disegnarecon*, Vol. 4, n. 7.

[2] QUATTRINI, R., MALINVERNI, E. S., CLINI, P., NESPECA, R., ORLIETTI, E., (2015), From TLS to HBIM. High quality semantically-aware 3D modeling of complex architecture in *The International Archives of the Pho-*

togrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W4.

[3] CAMPI M., DI LUGGO A., SCANDURRA S., (2017), 3d modeling for the knowledge of architectural heritage and virtual reconstruction of its historical memory, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, ISPRS-archives-Volume XLII-2/W3, 2017.

[4] REMONDINO, F., (2011), Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse/3D surveying and modeling of complex architectural sites and heritage objects, *Disegnarecon*, Vol.4, n. 8.

[5] CATUOGNO R., DI LUGGO A., (2016), Dalla nuvola di punti all'HBIM. Rilievo e modellazione per la conoscenza e la gestione del patrimonio architettonico/From point cloud to HBIM. Survey and modeling for the knowledge and management of architectural heritage, in *3D Modeling & BIM Applicazioni e possibili sviluppi/Applications and possible future developments*, EMPLER, T., (a cura di), DEI s.r.l. Tipografia Del Genio Civile, Roma.

[6] MURPHY, M., MCGOVERN, E., PAVIA, S., (2011), Historic Building Information Modeling-Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXVIII-5/W16.

[7] APOLLONIO, F. I., GAIANI, M., SUN, Z. (2012), BIM-based modeling and data enrichment of classical architectural buildings SCIRES-IT, Vol. 2, Issue 2.

[8] GARAGNANI, S., MANFERDINI, A. M., (2013), Parametric accuracy: Building Information Modeling process applied to the cultural heritage preservation, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-5/W1.

[9] BIANCHINI, C., INGLESE, C., IPPOLITO, A., (2016), Il contributo della Rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito/The role of BIM (Building Information Modeling) for representation and managing of built and historic artifacts, in *Disegnarecon*, Vol. 9, n.16.

[10] GARAGNANI S., (2012), Building Information Modeling semantico e rilievi ad alta risoluzione di siti appartenenti al Patrimonio Culturale - Semantic Building Information Modeling and high definition surveys for Cultural Heritage sites, in *Disegnarecon*, vol.5, n.10.